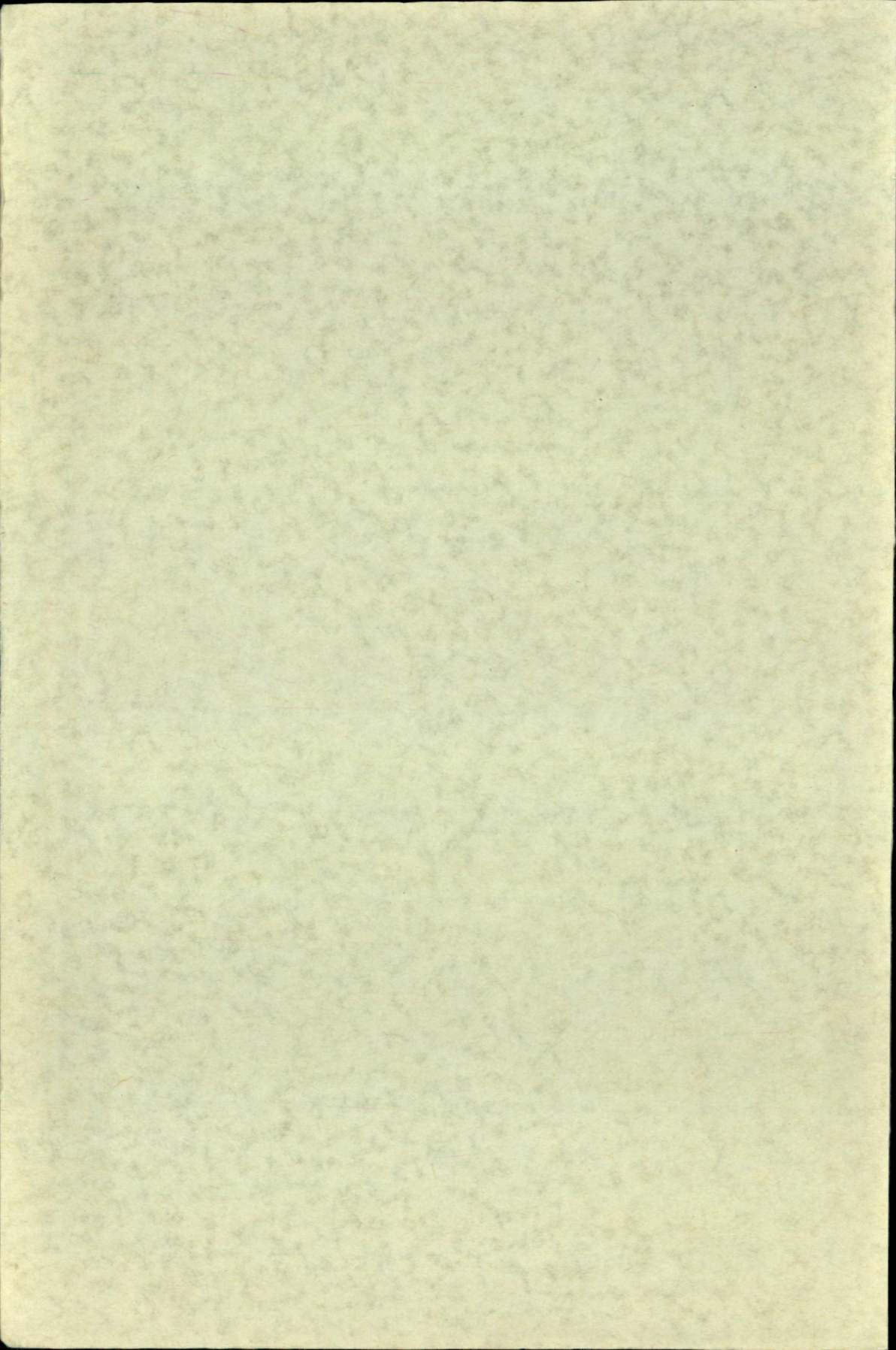


**EEN ONDERZOEK
OVER HET VAATSTELSEL
VAN DE
PLACENTA**

N. F. Th. ARTS



EEN ONDERZOEK OVER HET VAATSTELSEL
VAN DE PLACENTA

PROMOTOR:
Prof. Dr. G. P. M. HJORTEN

EEN ONDERZOEK

OVER HET

VAATSTELSEL VAN DE PLACENTA

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN
DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKS UNIVERSITEIT TE
NIJMEGEN OP BEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS
DR G. W. GROFNEVELD HOOGLERaar IN DE FACUL-
TEIT DER RECHTSGELEERDHEID VOLGENS BESLUIT VAN
DE SENAAAT DER UNIVERSITEIT IN HET OPENBAAR
TE VERDEDIGEN OP VRIJDAG 14 NOVEMBER 1958
DIE NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

NICOLAAS FERDINANDUS THERESIA ARTS
GEBOREN TE NIJMEGEN

CENTRALE DRUKKERIJ N.V. NIJMEGEN

Ter Nagedachtenis van mijn Moeder

Aan mijn Vrouw en dochtertje

Aan mijn Ouders

Dit Proefschrift werd bewerkt in het physiologisch Laboratorium der R.K. Universiteit te Nijmegen en in de Verloskundige en Gynaecologische afdeling (Hoofd Dr. H. Rottinghuis) van het Onze Lieve Vrouwe Gasthuis te Amsterdam

INHOUD

Inleiding .	1
Algemeen literatuuroverzicht .	3
Eigen onderzoek .	27
Methode van onderzoek	27
Literatuuroverzicht betreffende de gebruikelijke onderzoek- methoden	27
Eigen methode van onderzoek	33
Resultaten van het eigen onderzoek .	38
Het foetale vaatstelsel	39
De navelstrengvaten	39
De chorionvaten	40
De vaten van de cotyledonen	55
De capillairen in de vlokken	76
Het paravasculaire capillairnetwerk	92
Het maternale vaatstelsel	100
Beschouwingen en conclusies over de maternale en foetale circulatie in hun onderlinge verhouding en samenhang	121
Samenvatting .	125
Summary .	130
Synopsis	135
Zusammenfassung	140
Geraadpleegde literatuur	145

Inleiding

De placenta moet worden beschouwd als een zeer gecompliceerd orgaan, dat vele functies heeft te vervullen. Zij moet onder meer functioneren als „long, nier en darm” en is daarenboven nog van betekenis voor de hormonen-productie. De placenta stelt ons daarvoor voor ingewikkelde physiologische problemen. Bovendien komt de obstetricus telkens weer te staan tegenover vele pathologische toestanden, die waarschijnlijk met de placenta samenhangen, of waarin dit orgaan een rol vervult, zoals bijvoorbeeld toxicose, praenatale sterfte en dergelijke.

Daar de placenta voor het grootste deel uit een ingewikkeld complex van vaten bestaat, is het begrijpelijk dat voor een juist physiologisch inzicht in dit orgaan — vooral wat de circulatie betreft — het van fundamenteel belang is zowel het foetale als het maternale vaatstelsel volledig te kennen. Bovendien is deze kennis noodzakelijk om een juist begrip te krijgen van de vele pathologische toestanden, zoals toxicose, infarctvorming, solutio placentaë en zo voort.

Uit de literatuur blijkt dan ook dat men vooral de laatste jaren intensief heeft gepoogd het nog slechts ten dele ontgonnen gebied van de morphologie en de physiologie van de placenta te onderzoeken. Het heeft ons echter getroffen dat omtrent het vaatverloop in de placenta nog lang geen overeenstemming bestaat, hoewel hierover reeds veel baanbrekend werk is verricht. Zo zien wij bijvoorbeeld, dat wat het verloop der capillairen in de vlokken van de placenta betreft de beschrijvingen en afbeeldingen, die vele vooraanstaande onderzoekers daarvan geven (Stieve, 1935, 1941, 1952; Romney en Reid, 1951; Bøe, 1953; Wilkin, 1954; Crawford en Fraser, 1956) volkomen van elkander afwijken en zelfs in vele opzichten met elkaar in tegenspraak zijn.

Opmerkelijk is onder andere ook het verschil in opvatting over de veneuze afvoer van het moederlijke bloed uit de intervillieuze ruimte van de placenta. Zo ziet Spanner (1935) de sinus marginalis als enige afvoerweg van het moederlijke bloed uit de inter-

villeuze ruimte, doch ontkennen H a m i l t o n en B o y d (1951) zelfs ten enenmale het bestaan van een sinus marginalis. E a r n en N i c h o l s o n (1952) daarentegen steunen weer de theorie van S p a n n e r. R a m s e y (1956) beschouwt zowel de sinus marginalis als de utero-placentaire venen, die onder de gehele basale plaat van de placenta van de intervillieuze ruimte uitgaan, als afvoerende wegen van het moederlijk bloed.

Wij menen daarom het vaatstelsel van de placenta aan een onderzoek te moeten onderwerpen, en zullen daarbij in hoofdzaak gebruik maken van de corrosietechniek. Voor deze methode van onderzoek hebben wij een bijzondere plastic-oplossing (Kunststoffeninstituut T.N.O., Delft) kunnen gebruiken, waardoor het ons ook mogelijk is geworden het verloop der capillairen in de vlokken grondig te bestuderen.

Algemeen literatuuroverzicht

Bij het bestuderen van de oude literatuur over het foetale en het maternale deel der circulatie in de placenta wordt men getroffen door de bijzondere scherpzinnigheid, waarmede de onderzoekers van de 18e eeuw uit hun microscopische bevindingen bepaalde conclusies wisten te trekken, die heden ten dage nog als juist worden aangenomen.

Zo hadden Vater (1725), Noortwijk (1743), W. Hunter (1777) en J. Hunter (1787) al een zeer juiste zienswijze betreffende de intervillieuze ruimte, destijds „sinusvormige ruimte” genaamd, waarin „eigenaardig gewonden uterus-arteriën” uitmondten en van waaruit uterus-venen als afvoerende vaten te voorschijn kwamen. Hoe de vlokken zich verhouden ten opzichte van de sinusvormige ruimten wordt niet nauwkeurig aangegeven.

Schröder van der Kolk (1851) gaf in zijn artikel „waarnemingen over het maaksel van de menschelijke placenta, en over haren Bloods-omloop” een nadere beschrijving van deze „sinusvormige ruimte”, die hij opvatte als een gecompliceerd netvormige venenplexus die uitmondt in vele uterusvenen.

De foetale vlokken doorboren deze sinuswand niet, doch stulpen zich daarin uit.

Waldeyer (1887, 1890) spoot twee uteri met de placenta nog in situ, respectievelijk in de 5e en 7e maand van de graviditeit, op; in één geval deed hij dit via de buikaorta, in het andere geval via de arteria uterina. Niet alleen slaagde hij er in aldus duidelijk het bestaan van de intervillieuze ruimte aan te tonen, hetwelk ook — zoals reeds is vermeld — anderen vóór hem hadden gedaan, doch bovendien vond hij dat de veneuze afvoer van de intervillieuze ruimte plaats vindt onder de gehele basale plaat van de placenta; een bewering waarover heden ten dage de strijd nog niet is geëindigd.

Heinz (1888), die de bevindingen van Waldeyer bevestigde, onderwierp de bekleding van de intervillieuze ruimte aan een nader onderzoek en vond dat de vlokken die in de intervillieuze

ruimte neerhangen, niet bekleed zijn met endotheel en bovendien dat het moederlijk bloed stroomt in extravasculaire ruimten. Als stuwkracht van het bloed vond hij de kracht van de uteruscontracties belangrijker dan de arteriële bloeddruk. Met zijn beschrijving van de intervillieuze ruimte bewees hij de onjuistheid van de theorie van Ruge (1920), die meende dat het bloed tussen de vlokken geen maternaal bloed, doch foetaal bloed zou zijn, dat tussen de vlokken zou zijn geraakt ten gevolge van rupturen in de foetale vaten, ontstaan bij het losscheuren van de placenta van de uteruswand.

De uitwisseling, zo meende Ruge, vindt plaats door middel van een chorio-deciduale kringloop, dit wil zeggen door foetale vaten, die in de oppervlakkige lagen van de decidua een vertakt net vormen.

De eerste, tot in bijzonderheden uitgewerkte studie over de placenta, waarin ook aandacht aan het verloop der foetale vaten werd besteed, verscheen van de hand van Bumm (1890, 1893); onafhankelijk van hem leverde ook Klein (1890) een bijdrage over dit onderwerp.

Volgens Bumm was het stelsel van de cotyledonen en van de villi een boom, waarvan de stam, ontspringend uit de chorionplaat, zich terstond verdeelt in een serie divergerende takken die zich min of meer regelmatig dichotomiseren. Enkele van deze takken, hechtvlokken genaamd, hechten zich aan de basale plaat.

Ieder cotyledon vormt een afzonderlijk stromingsgebied, waarin het aanbod van moederlijk bloed plaats vindt via sterk gewonden, zich niet vertakkende utero-placentaire arteriën, gelegen aan de basis en in het binnenste van de intercotyledonaire septa.

De drainage geschiedt via takken van de uterusvenen, die over de gehele uitgestrektheid van de basale plaat zijn verspreid.

Hoe dichter het moederlijke bloed de subchoriale ruimte nadert, waar de stromingsgebieden van de afzonderlijke cotyledonen met elkander samenhangen, des te trager wordt de stroming, reden waarom men hier ook, volgens de genoemde auteur, veel fibrinebeslagen zou vinden.

De sinus marginalis, die hij maar zelden in zijn preparaten heeft gevonden, vormt slechts een accessoir afvoerende weg, als een soort veiligheidsklep.

Bumm verrichtte zijn onderzoek bij verse placenta's, waarvan

hij de intervillieuze ruimte met gekleurde gelatine opspoot via de moederlijke venen; deze venen zijn als gapende openingen aan de basis van de placenta terug te vinden. B u m m slaagde er niet in via de arterie-openingen de intervillieuze ruimte op te vullen.

In de tussen 1890 en 1920 gepubliceerde literatuur konden wij weinig belangwekkends vinden over de circulatie van de placenta. In 1920 verscheen echter een proefschrift te Parijs van de hand van B o u s s i n, — die een jaar later samen met B r i n d e a u een soortgelijke publicatie het licht deed zien — waarin met behulp van met contrastvloeistof opgespoten placenta's, waarvan röntgenfoto's waren genomen, een uitvoerige beschrijving werd gegeven van het verloop van de foetale vaten in de placenta. Deze auteurs namen waar, dat op de plaats van insertie van de navelstreng, waar de beide arteriae umbilicales meestal anastomoserden, ieder dezer arteriën zich verdeelt in 3 of 4 grote hoofdtakken, die zich weer dichotomisch vertakken en als arteriae basales een regelmatig verloop hebben onder het amnion van de chorionplaat.

De arteriae perforantes, die ontspringen uit de arteriae basales, doorboren de placenta en verdelen zich dan spoedig in een groot aantal takken, aldus de vorm aannemend van een bol, een mand, of, hetgeen zeldzamer voorkomt, van een kwast.

Zowel de basale als de perforerende arteriën geven vele anastomosen af; dit geldt volgens B o u s s i n en B r i n d e a u vooral voor de eindtakken van de perforerende vaten.

De venen, die onder de arteriën verlopen hebben in het algemeen in de chorionplaat een rechter verloop, doch hun verspreiding is minder regelmatig. Ook hier onderscheiden de schrijvers venae basales en venae perforantes; beide soorten venae hebben vele anastomosen.

F r a s e r (1923), die eveneens de röntgenologische onderzoeksmethoden toepaste, is het in grote trekken eens met B r i n d e a u en B o u s s i n. Hij merkte op, dat de arteriae perforantes snel in diameter afnemen en dat de ingespoten zoutsolutie spoedig terugkeerde door de venen; uit deze laatste waarneming trok hij de conclusie dat er anastomosen voorkomen en er een ondiep oppervlakkig bed van capillairen bestaat.

Dat bij rijpe placenta's het aantal anastomosen geringer is dan bij jongere placenta's schrijft hij toe aan physiologische ouderdoms-

verschijnselen; dezelfde verklaring geeft hij voor het in omvang afnemen der cotyledonen.

Dat bij jongere placenta's het aantal capillairen in de vlokken stijgt van het einde van de 4e maand der graviditeit af en dat in de 6e maand de capillairen volledig in aantal zijn, te weten 8-12 capillairen per vlok, hebben Hartmann en Runge (1929) waargenomen; verder geven deze schrijvers een verklaring voor het geringe drukverval van navelarterie naar navelvene en wel uit de wijidte der capillairen, die 30-40 μ bedraagt, dus groter is dan de doorsnede van de gewone lichaamscapillairen.

Hoewel Shordania (1929) niet veel nieuwe gezichtspunten heeft geopend wat betreft het vaatpatroon van de placenta's, is het wel interessant kennis te nemen van het verband dat hij zocht tussen de architectonische bouw van de vaten van de placenta en de ontwikkeling van de vrucht.

Hij onderscheidt drie typen van vaatverdeling in de chorionplaat:

1. „Type dispersé”, waarbij de hoofdvaten op de placenta zich terstond of zeer spoedig verdelen in vele takken van de 2e orde van gering kaliber. Men vindt dit meestal bij centrale insertie van de navelstreng.
2. „Type magistral”, waarbij de hoofdvaten op de placenta zich pas na een lang verloop verdelen in een kleiner aantal takken van de 2e orde, waarvan het kaliber groter is dan dat van het voorgaande type. Deze vorm ziet men meestal bij sterk excentrische insertie van de navelstreng.
3. Een gemengd type, als overgangsvorm van de beide voorgaande. Dit komt voor bij paracentrale insertie.

Naarmate het type „dispersé” meer tot het type „magistral” nadert, zal de lengte van de hoofdstam van de navelstreng-implantatie tot de eerste bifurcatie toenemen, evenals de hoek waaronder de vertakkingen plaats vinden; het aantal takken van de 2e orde zal dan echter afnemen, en het kaliber van de takken van de 2e orde groter worden. De circulatie is het gunstigst in de placenta van het magistrale type, omdat de snelheid van de bloedstroom hierbij groter is dan bij het type „dispersé”.

Dit heeft volgens Shordania (1929) tot gevolg dat de ontwikkeling van de foetus het gunstigst is, wanneer de vaatstructuur

het meest tot het magistrale type nadert. Het architectonische type zou erfelijk zijn en bij dezelfde vrouw in iedere zwangerschap gelijk blijven.

Scipiades en Burg (1930) die evenals Shordania drie typen van vaatverdeling in de chorionplaat onderscheidde, vestigden bovendien in hun artikel de aandacht op een bijzonder deel van de intervillieuze ruimte, namelijk de marginale zône — ook wel randsinus genaamd —, die in ruime verbinding staat met het overige deel der intervillieuze ruimte. Volgens deze beide auteurs wordt het bloed, aangevoerd door de uterusvaten, hoofdzakelijk afgevoerd via de randsinus, die uitmondt in een grote veneuze plexus, welke onder de randsinus is gelegen. Een verklaring voor het raadselachtige feit dat de randsinus dikwijls gedeeltelijk en in wisselende mate is aangelegd en soms zelfs geheel ontbreekt, geven zij door middel van een geniaal geconstrueerd apparaat, dat een model is van het uterus-placentasysteem, geheel compleet met aan- en afvoerende vaten.

Door het apparaat van stand te veranderen blijkt dat juist door die stand van het genoemde systeem de hoeveelheid van de bloedafvoer in de randsinus wordt bepaald. Door de zwaartekracht van het moederlijke bloed zal namelijk in dat deel van de randsinus, dat tot het laagst gelegen gedeelte van de intervillieuze ruimte behoort, de grootste bloedafvoer plaats vinden, zodat de randsinus dus daar het sterkst ontwikkeld zal zijn. De circulatie van het intervillieuze bloed zal hoofdzakelijk in stand worden gehouden door de pulserende bewegingen, die de vlokken ten gevolge van de foetale hartactie maken; men mag echter ook aan de bloeddruk van de moeder en de vis a tergo als ondersteunende factoren zeker niet alle invloed ontzeggen, aldus Scipiades en Burg.

Een van de grote nadelen van de röntgenologische methode is wel, dat vele op de röntgenfoto gevonden anastomosen in werkelijkheid over elkander geprojecteerde vaten zijn. Zelfs het stereoscopisch nemen van een foto kan volgens Kiffner (1929) dit bezwaar niet geheel ondervangen, tenzij de placenta ook omgekeerd wordt gefotografeerd, dit wil zeggen met de foetale zijde van de placenta op de cassette. Dit zou dan ook de oorzaak kunnen zijn dat Fournier (1932) in zijn röntgenologisch onderzochte jonge en gerijpte placenta's vele anastomosen vond, evenals ook Brin-

deau en Boussin (1921) en Fraser (1923), die volgens dezelfde methode werkten, dit hadden gedaan.

Anastomosen worden volgens hen gevonden tussen de sub-amniotisch gelegen chorionvaten, de vaten die de chorionplaat perforeren en naar de cotyledonen lopen en tenslotte vooral tussen de eindtakken van de perforerende vaten, waar een uitgebreid anastomoserend netwerk bestaat.

Hoewel Fournier wat betreft het verloop der chorionvaten de mening van Brindeau en Boussin deelde, week zijn standpunt ten aanzien van de diepe circulatie op vele punten van het hunne af.

De loodrechte richting van de in de placenta dringende vaten achtte hij geen vaste regel. Dikwijls tonen deze vaten op hun perforerende weg, die varieert van 2 tot 20 mm, een bochtig verloop, dat verschillende malen van richting verandert. Het uit elkander vallen van deze vaten in een bundel van kleine vaatjes, waardoor een cotyledon wordt gevormd, gaat volgens Fournier zelden zo abrupt als Boussin aangaf. Een cotyledon op doorsnede zou volgens Fournier gelijken op een omgekeerde kruin van een boom; alle andere typen, die de vorm zouden aannemen van een mand, een treurwilg enzovoort zouden artefacten of geatrophieerde capillairbosjes zijn.

Enige regelmaat in het verloop der capillairen zou onmogelijk zijn aan te geven.

Vergelijkt men de jonge placenta van de 4e maand in de graviditeit af met de rijpe of serotine placenta dan is het volgens Fournier opmerkelijk dat de regelmaat in de distributie der vaten, de ordening der takken en de vaatrijkdom der cotyledonen steeds gelijk is.

Bekijkt men een röntgenfoto van een met contrastvloeistof opgespoten placenta aandachtig, dan zal men gaan begrijpen, vooral als men capillaire structuren wil achterhalen, hoe sceptisch men zal dienen te staan tegenover conclusies uit dergelijke röntgenfoto's getrokken.

Dit geldt dus ook voor de beweringen van Albano (1931), die de arteriële capillairen als eindarteriën zag en de veneuze capillairen van ieder cotyledon beschouwde als een bijzonder net van vaatjes.

Kearns (1934), die de beperkte waarde van de röntgenolo-

gische methoden blijkbaar beseft, spoot de placenta's op met een oplossing van barium of zilvernitraat in gelatine, teneinde óók corrosiepreparaten te kunnen maken.

Volgens deze schrijver geven de twee navelstrengarteriën ieder 6 hoofdtakken af als subamniotisch gelegen vaten naar iedere helft van de placenta. Iedere grote subamniotisch gelegen tak is bestemd voor één cotyledon.

Bereikt zo'n stam zijn cotyledon, dan duikt hij loodrecht daarin, en geeft 30-60 kleine takken af, die naar de moederlijke zijde lopen. Ieder cotyledon heeft een eigen circulatie. Het verloop der vaten in de vlokken van de placenta wordt door *Kearns* als volgt beschreven.

Wanneer de kleine vaatjes de basis van een vlok ingaan, splitsen zij zich in twee hoofdtakken, die ieder voor een helft van de villus zijn bestemd. Verlopende in de richting van de villustop, geven zij op een dichomotische wijze kleine arteriën af. Deze arteriolen tonen vaak aan het eind een dilatatie of ellipsoid, en worden weer kleiner van diameter, wanneer ze overgaan in de grotere en meer transversaal lopende kanalen, die grotendeels onder het epitheel van de vlokken liggen. Deze verzamelende kanalen zijn niet alleen groter in aantal, maar ook onregelmatiger en sterker verwijd dan de arteriolen. Ieder deel van een vlok heeft zulk een op dezelfde wijze geconstrueerde „glomerulus". Het is een continu circuit, niet een anastomoserend bed van capillairen. Het terugkerende geoxydeerde bloed wordt verzameld in twee of meer grote veneuze stammen aan de basis van de vlok. Deze vaten verlopen dan weer in de richting van de oppervlakte van de placenta; zij lopen daarbij nauw samen met de arteriën en komen uiteindelijk in de grote subamniotisch gelegen venen.

De grote, onregelmatige verzamelende kanalen verlangzamen de bloedstroom en bevorderen aldus de uitwisseling. De betekenis van de ellipsoiden aan het einde van de arteriolen blijkt uit *Kearns'* beschrijving niet duidelijk.

Een van de grootste onderzoekers op het gebied van het vaatverloop in de placenta is ongetwijfeld *Spanner* (1935, 1936), die in een uitgebreide en voortreffelijke studie een voor die tijd volkomen nieuw inzicht heeft gegeven in de vaatverhouding van de gehele placenta.

Na het artikel van *Bumm* (1890) is er eigenlijk tot het ver-

schijnen van de publicatie van *Spanner* geen uitgebreide gedetailleerde studie meer over genoemd onderwerp verschenen, zodat het werk van *Spanner* hoofdzakelijk met dat van *Bumm* kan worden vergeleken.

De studie van *Spanner* is voornamelijk gebaseerd op corrosiepreparaten van uteri met de placenta nog in situ. Volgens deze auteur wordt ieder cotyledon gevormd uit een hoofdtak die, nadat hij enkele collateralen heeft afgegeven, loopt in een grote vlokstam die van de chorionplaat af als hechtvlok gaat naar de basale plaat; deze laatste is voornamelijk samengesteld uit trophoblastweefsel.

In de basale plaat nu verdeelt deze hoofdtak zich in een aantal secundaire takken — ook wel chorio-deciduale vaten genoemd — die weer terugbuigen naar de intervillieuze ruimte in de richting van de chorionplaat. Van deze vaten uit komen weer meer vertakkingen, die eerst een eindweegs in de richting van de basale plaat lopen en dan weer ombuigen in de richting van de chorionplaat.

Spanner vergeleek het aldus gevormde vaatpatroon met een kroonluchter. De chorio-deciduale vaten dragen pas vlokken, wanneer ze de basale plaat hebben verlaten. Dit verloop geldt zowel voor de arteriën als voor de venen. Wat de venen betreft dient nog te worden vermeld, dat volgens deze auteur de grote en middelgrote venen onder het endotheel uitspringende knobbels hebben en de kleine venen krachtig gevormde sphincters; deze laatste regelen de veneuze afvoer uit de capillairen, waardoor tengevolge van het toenemen van de volume in de vlokken pulsaties zouden ontstaan.

De utero-placentaire arteriën monden volgens *Spanner* in de intervillieuze ruimte uit, in hoofdzaak aan de basis van de cotyledonen; deze opvatting is in tegenspraak met de bewering van *Bumm*, die de uitmondingsplaatsen meende te zien in de septa, die gelegen zijn tussen de cotyledonen.

De utero-placentaire arteriën hebben, vergeleken bij de venen, een geslingerder verloop en een kleinere diameter. Deze utero-placentaire arteriën zijn eindarteriën, die zich ongeveer rechthoekig van de, de uterus spier schuin doorkruisende grote vaten, afsplitsen. Deze arteriën vertakken zich vervolgens en monden uit in de intervillieuze ruimte, nadat ze vaatjes ter voeding van de basale plaat hebben afgegeven, aldus *Spanner*.

De reeds eerder ter sprake gekomen randsinus neemt juist bij Sp a n n e r een belangrijke plaats in. Deze vormt volgens hem het constant voorkomende gedeelte van de intervillieuze ruimte, die mediaan begrensd wordt door het geperforeerde septum van de randcotyledonen, boven door de chorionplaat en lateraal-onder door een aantal afvoer-openingen van de venen, ongeveer 70 in getal.

Sp a n n e r nu meent, dat deze randsinus de belangrijkste mogelijkheid is tot afvoer van het moederlijk bloed uit de intervillieuze ruimte. Slechts zeer zelden zag hij een uterusvene elders uit de intervillieuze ruimte treden; in een dergelijk geval zou het een blijven voortbestaan zijn van een vene, die in het begin van de graviditeit bloed afvoert uit de placenta.

De uitkomsten van Sp a n n e r werden verworpen door St i e v e (1935, 1940, 1941). Deze onderzoeker paste de reconstructie-methode toe op een aantal placenta's in situ, afkomstig uit alle perioden van de graviditeit; hij wilde daarmee de labyrintvormige structuur van de placenta bewijzen.

Hij beschreef deze structuur als volgt. De vlokstammen ontspringen deels breed, deels smal uit de chorionplaat. Ongeveer 6-10 mm onder de chorionplaat delen ze zich gewoonlijk in stammen van de 2e en 3e orde. Ze lopen min of meer sterk gewonden en gebogen tot in het onderste gedeelte van de placenta en verbinden zich als primaire hechtvlokken met de basale plaat.

Uit de stammen van de 2e en 3e orde gaan in alle richtingen takken af. Zowel uit de stammen als uit de takken ontspringen de fijnere netvlokken („Gitterzotten”).

Deze vlokjes zelf vertakken zich weer dichotomisch en tonen steeds een sterk gebogen en gewonden verloop. Op alle plaatsen waar de vlokken zich tegen elkander leggen, verbinden ze zich door vergroeiingen, waarbij ook de capillairen zich met elkander verbinden. Aldus wordt een „Raumgitter” gevormd. De vaten, die zich in dit „Raumgitter” bevinden tonen dus eenzelfde structuur. De „Gitterzotten” zijn volgens St i e v e over de gehele placenta gelijkmatig verdeeld en vormen dus een driedimensionaal netwerk, het spongium placentae.

De vaten van de vlokstammen dringen nooit, zelfs niet over een kleine afstand, in de decidua; met andere woorden er bestaan

volgens Stieve geen chorio-deciduale vaten. Deze opvatting wijkt dus af van die van Spanner.

Tegen het einde van de graviditeit zou men meer vrije vlokken vinden dan in het begin daarvan; het vergroeien van de vlokken toch zou tegen het einde van de zwangerschap verhinderd worden door het fibrinebeslag op de vlokken.

Volgens Stieve wordt de intervillieuze ruimte gevormd door de openingen, die bestaan in het spongium placentae. Het moederlijke bloed stroomt over de gehele uitgestrektheid van de basale plaat via de arteriën, die vooral voorkomen in de voet van de septa, deze intervillieuze ruimte binnen en verlaat deze door de venen, waarvan de openingen eveneens over de gehele basale plaat verspreid liggen. De randsinus, die men volgens Stieve alleen vindt bij geïnjecteerde placenta's, is volgens hem een kunstproduct. Hoewel deze auteur radicaal breekt met de oudere theorieën over het verloop der foetale vaten, is hij het dus met Bumm eens voor zover het de maternale circulatie betreft.

Het probleem van de afvoer van het veneuze bloed uit de intervillieuze ruimte heeft Ortmann (1938) nog eens aan een nader onderzoek onderworpen. Hij nam hiervoor preparaten afkomstig van jongere graviditeiten dan Spanner, die zijn onderzoekingen had verricht op materiaal uit de 5e-10e maand van de zwangerschap; de enige uitzondering hierop vormde één preparaat uit de 3e maand. Evenals Stieve vond ook Ortmann dat in deze vroege stadia de veneuze afvloed plaats vindt in het centraal gelegen gedeelte van de basale plaat. Genoemde auteur zocht nu naar een verklaring voor de omstandigheid, dat in de latere stadia de afvoer hoofdzakelijk geschiedt via de zogenaamde randsinus, zoals Spanner heeft aangetoond en ook Ortmann als juist heeft aangenomen. De verklaring van dit verschijnsel nu meende Ortmann te moeten vinden in het verdwijnen van de centrale venen tengevolge van verhoging van de druk van het groeiende ei op de spierwand van de uterus; hierdoor zouden de dunwandige venen worden afgesloten. Dit afsluiten van venen vindt bovendien plaats tengevolge van verschuivingen in de spierwand bij het dunner worden van deze musculatuur.

Enige jaren later verscheen er een artikel van Ortmann (1941), waarin hij er op wijst, dat de conclusies van Stieve inzake de vlokanastomoserings onjuist zijn, daar deze de recon-

structiemethode toepaste zonder voldoende de „nauwkeurigheidsgrens” in acht te nemen. Deze methode zou namelijk niet te gebruiken zijn voor histologisch fijnvezelige organen, zoals de placenta.

Peter (1943), volgens Stieve een der leidende figuren op het gebied van de reconstructie-techniek, ontkent dat er verbindingen zouden bestaan van de vlokken door middel van vaten- en vlokkenbindweefsel; wel zouden er op sommige plaatsen verbindingen bestaan van de vlokken in het syncytium.

Het verloop der onder het amnion gelegen vaten van de chorionplaat is door Bacsich en Smout (1938) aan een studie onderworpen met behulp van een aantal met celluloid opgespoten placenta's, die daarna in een KOH-oplossing werden gecorrodeerd. Het verloop dezer vaten, dat Shordania in 1929 reeds beschreef als ten dele „type dispersé” en ten dele „type magistral” werd nog eens aan de orde gesteld en de opvatting van Shordania werd als juist erkend. De constante communicatie tussen de twee arteriae umbilicales, die zou plaats hebben even vóór, of onmiddellijk na de insertie van de navelstreng in de placenta, kan volgens Bacsich en Smout geschieden via een transversale tak (in 43 van de 50 gevallen) of via een versmelten der beide arteriën (in 7 van de 50 gevallen). Behalve deze communicatie werden er door hen geen andere anastomosen gevonden. De beschreven constant voorkomende communicatie zou een actieve rol spelen bij de distributie van het foetale bloed in de placenta en wel als „buffer” in geval van drukverhoging in de uterus (men kan deze vergelijken met de circulus Willisii).

Danesino (1950) stelde een onderzoek in naar het voorkomen van arterio-veneuze anastomosen in de placenta.

Uit zijn corrosiepreparaten meent hij de gevolgtrekking te moeten maken dat er arterio-veneuze anastomosen voorkomen, die volgens hem gelegen zouden zijn in het proximale deel, of beter gezegd, bij de oorsprong van de dikke velleuze vaten in het gebied, dat onmiddellijk onder de navelstreng ligt.

Hij beschrijft zulk een anastomose als een veneus uitziend vat, dat ontspringt uit een arterie als een collateraal vat, dat na een kort verloop uitmondt in een veneus vat met een groter lumen.

Hamilton en Boyd (1951), die een aantal placenta's in

situ onderzochten komen door het bestuderen van verschillende gewone coupes tot de overtuiging, dat de theorie van Stieve als zou de structuur van het foetale placentaweefsel een driedimensionaal netwerk zijn, goeddeels juist is. Genoemde onderzoekers zijn echter van mening dat vergroeiing der diverse vlokken meestal alleen tot stand komt in het syncytium en er slechts zelden een verbinding bestaat door middel van bindweefsel en in nog zeldzamer gevallen door foetale vaten (vergelijk ook Langhans, 1870).

Hamilton en Boyd hebben noch in hun macroscopische, noch in hun microscopische studie enige aanwijzing gevonden voor het bestaan van een sinus marginalis, zoals Spanner (1936) deze heeft beschreven.

Zowel de utero-placentaire arteriën als de utero-placentaire venen hebben hun uitmondingsplaatsen of hun oorsprong in de intervillieuze ruimte onder de gehele oppervlakte van de placenta, al mogen de arteriën dan ook wat geconcentreerder zijn bij de basis van de septa, die zich tussen de cotyledonen bevinden, en de venen talrijker zijn in het centrum van de cotyledonen. Zij steunen hierin dus niet de theorie van Spanner ten opzichte van de veneuze afvoer.

Daarentegen vond de theorie van Spanner ten aanzien van de maternale circulatie wel weer steun bij Earn en Nicholson (1952), die twee uteri met de placenta nog in situ via de arteria en de vena uterina opspotten met gekleurde latex. Daarbij zagen zij dat de intervillieuze ruimte met rode latex gevuld werd via een aantal utero-placentaire arteriën, die over de gehele uitgestrektheid van de placenta-basis uitmondden. Door blauwe latex in de vena uterina te spuiten konden zij een uitgebreid veneus netwerk zichtbaar maken, dat zich onder de placenta bevond en in verbinding stond met de sinus marginalis en de aangrenzende venen in het myometrium. Blijkbaar vonden zij in hun talloze op serie gesneden coupes geen verbinding van veneuze vaten met de intervillieuze ruimte, behalve dan met de sinus marginalis. Genoemde onderzoekers nemen derhalve dezelfde kringloop van moederlijk bloed aan, die Spanner destijds heeft beschreven, namelijk aanvoer van matернаal bloed via de utero-placentaire arteriën over de gehele uitgestrektheid van de placenta-basis, dat traag stromend in de richting van de chorionplaat zich via de subchoriale ruimte

begeeft in laterale richting, waar de sinus marginalis het bloed afvoert naar de veneuze plexus, die met deze sinus in verbinding staat.

Romney en Reid (1951) stelden zich tot doel het foetale vaatverloop in het bijzonder van de capillairen, waarover eigenlijk nog maar weinig in de literatuur vaststond, nader te onderzoeken. Zij spoten de placenta's op met plastic-oplossing (Vinylite), waarna deze werden gecorrodeerd.

In hun beschrijving verdelen zij de vaten van de placenta in drie groepen.

- a. De vaten van de chorionplaat (allanto-choriale vaten).
- b. De vaten, die de placenta doorboren (subchoriale vaten).
- c. De terminale takken en vlokcapillairen.

In de hier gegeven volgorde willen wij hun belangrijkste bevindingen vermelden.

ad a. De arteriae umbilicales gaan over in de primaire allanto-choriale vaten, die op hun beurt overgaan in secundaire takken, die tenslotte de tertiaire takken afgeven. De tertiaire takken, die aanzienlijk langer zijn dan de primaire en secundaire, gaan over in afzonderlijke cotyledonen. De randcotyledonen hebben merendeels een dubbele arteriële voorziening, in tegenstelling tot de centrale cotyledonen, die één arterie hebben.

ad b. De subchoriale vaten ontspringen onder rechte hoeken uit de allanto-choriale vaten en verlopen spiraalvormig in de primaire vlokstam naar het gebied dat aan de decidua grenst. Op hun fotografische afbeelding toont het geheel wel enigszins het beeld dat Spanner heeft beschreven, namelijk de structuur van een kroonluchter. Wij zullen in de volgende hoofdstukken laten zien dat men deze structuren bij gebruik van beter bruikbare plastic-oplossingen en een juiste techniek van opspuiten niet ziet ontstaan.

De spiraalvormige structuur van de primaire vlokstamvaten zien de auteurs als een gevolg van de invloed van steroidhormonen; dit proces achten zij vergelijkbaar met het effect dat deze hormonen op de vaten van de uterus en ovaria zouden hebben. Dit spiraalvormig verloop der vaten vertraagt volgens hen de foetale bloedstroom, waardoor de gelegenheid tot een betere uitwisseling van de verschillende in het bloed voorkomende uitwisselingsproducten groter wordt.

Evenmin als Bacsich en Smout (1938) vonden deze schrijvers klepstructuren in de venen.

ad c. Met 12 pct plastic-oplossing gelukte het wel de arteriolen en venulae op te spuiten, doch bij de capillairen was dit niet mogelijk; de laatste werden door deze onderzoekers zichtbaar gemaakt door opspuiten met Oost-Indische inkt en opheldering van het preparaat volgens de methode van Spalteholz. In tegenstelling met de bevindingen van Spanner werd het capillairbed in de vlokken kort bevonden. Het is van groot belang dat het capillairbed kort is, aldus Romney en Reid, daar er anders te veel energie verloren zou gaan en het niet mogelijk zou zijn de constante druk te handhaven die nodig is om het veneuze terugvloeien te verzekeren.

Romney en Reid vonden een verschil in structuur tussen de capillairen aan de foetale kant en aan de maternale kant van de placenta. Zij beschrijven hun bevindingen aldus.

Tonen de capillairen nabij de chorionplaat een betrekkelijk lang verloop met sinusvormige verwijdingen, de capillairen in de vlokken van het basale deel van de placenta zijn korte wijde kanalen, die bijna het gehele villeuze stroma innemen. De dichtheid der capillairen is in het basale deel groter dan in het subchoriale deel. Tussen het basale en subchoriale deel in vindt men overgangsvormen, die meer neigen tot het patroon van het basale deel.

Het complete verloop van de capillairlussen zagen zij niet. Beide onderzoekers zijn van mening dat de verschillende capillairstructuren een verschillende functie hebben in de diverse zônes van de placenta.

Het probleem van de afvoer van moederlijk bloed uit de intervillieuze ruimte heeft Kladetzky-Haubrich (1952) in een samenvattend artikel wederom aan de orde gesteld. In haar mededeling komt ook tot uitdrukking, wat reeds in het voorgaande is beschreven, dat over deze afvoer nog grote meningsverschillen bestaan; deze zijn te verklaren uit het feit dat het voor onderzoek benodigde materiaal, namelijk uteri met placenta in situ, slechts sporadisch is te verkrijgen en bovendien door de omstandigheid, dat de wijze van onderzoek niet altijd even doeltreffend wordt gekozen.

Volgens Kladetzky-Haubrich wordt het moederlijk bloed niet alleen afgevoerd via venen, die hun oorsprong vinden

in de randzône, doch ook via venen, die onder het centrale deel van de placenta hun begin vinden. Van een sinus marginalis in eigenlijke zin werd niet gesproken, wel echter van een randzône.

Harris (1952) van wie in diezelfde tijd een artikel verscheen, maakt hierin melding van een onderzoek van 3 uteri met de placenta in situ; hij spoot deze niet op, doch onderzocht ze alleen microscopisch. De gepubliceerde foto's laten aan het bestaan van een sinus marginalis geen twijfel; wat betreft de afvoer van moederlijk bloed buiten de sinus marginalis schrijft Harris: „It now appears generally agreed that some central basal venous drainage takes place in the human placenta. The rate of flow and the proportion of blood drained through various channels may not be ascertained until adequate methods and material become available”.

Vatten wij nu nog even samen wat de tot nu toe behandelde onderzoekers over de veneuze afvoer uit de intervillieuze ruimte hebben geschreven. Waldeyer (1890), Bumm (1890, 1893), Stieve (1935, 1941), Hamilton en Boyd (1951) en Kladetzky-Haubrich (1952) namen aan, dat de utero-placentaire venen onder de gehele basale plaat van de placenta afgaan; Spanner (1935) en Earn en Nicholson (1952) verdedigden echter de mening dat de sinus marginalis de enige afvoermogelijkheid zou zijn.

In 1953 breidde Hörmann zijn onderzoekingen verder uit tot het vlokkencomplex van de placenta. Daartoe onderzocht hij een groot aantal placenta's, die eerst werden doorgespoeld met leidingwater en vervolgens opgespoten met contrastvloeistof, waarna een röntgenfoto werd gemaakt. Reeds bij het doorspoelen viel het hem op, dat de placenta dikwijls ten dele opbleekt, in die zin dat er steeds enkele plekken ondoorspoeld bleven, terwijl de omgeving wel doorgespoeld was. Zulk een niet-doorgespoeld gebied kwam overeen met een gedeelte dat door één enkel vat wordt voorzien. Werden nu kleine arterie-takken onderbonden en de placenta met contrastvloeistof opgespoten, dan vulden zich de door die takken verzorgde gebieden niet met de contrastvloeistof. Beide waarnemingen, die ook in ons onderzoek, zij het op andere wijze, werden gedaan, geven volgens Hörmann het recht de volgende conclusies te trekken.

Er bestaan geen vaatanastomosen in de zin van een vaatnet zoals

Stieve dat beschreef, doch veeleer een vlechtwerk van blind-eindigende vlokken-takjes, waartussen in een labyrintvormig inter-villeus capillairsysteem vrij wordt gelaten. De foetale vlok-vaten zijn wijd en op talrijke plaatsen dringen zij zich naar de oppervlakte en versmelten de vaatwandjes met het kernloos geworden syncytium tot syncytio-capillairen-stofwisselingsmembranen. Het lijkt nu alsof de kernloze syncytio-capillairen-stofwisselingsmembranen door samengeklonterde syncytiumkernringen geflankeerd worden. In deze kerngebieden vinden, volgens Hörmann, de vergroeiingen plaats van de vlokken. Er is echter geen verbinding te bespeuren van bindweefsel of vlok-vaten. Het boom- of struik-vormig patroon van de vlokken, zoals Spanner dit beschreef, vindt genoemde auteur verwarrend, daar de vlokken in de inter-villeuze ruimte immers niet vrij neerhangen.

Laux, Bonhomme en Martin (1953) zien in de placenta twee circulaties; en wel de voedingscirculatie die tot stand wordt gebracht door een aantal vaatjes, die de grote hoofdstammen voeden en welke in het chorion verlopend, soms zwakjes in de diepte van de placenta dringen en voorts de eigenlijke functionele circulatie, gevormd door de vertakkende chorionvaten en het vlokkencomplex, waardoor de uitwisseling tussen matернаal bloed en foetaal bloed tot stand komt.

In 1953 verscheen een uitgebreide studie van Bøe, waarin bijzondere aandacht wordt besteed aan de capillairstructuren die hij bestudeerde met behulp van met Oost-Indische inkt opgespoten placenta's.

Wij laten hier een samenvattende beschrijving volgen van het belangrijkste uit zijn werk.

Wanneer een arterie, die ontspringt uit een der chorionvaten, de placenta induikt en zijn verloop vervolgt in een truncus chorii, de hoofdstam van een cotyledon, dan verdeelt deze arterie zich in verscheiden takken, de stamvaten, waarvan er enkele doorlopen tot in de basale plaat.

De afzonderlijke stamvaten geven ieder weer vele takjes af. Van deze takjes hebben de arteriën een ander verloop dan de venen. De arteriën tonen over het algemeen een gestrekt verloop parallel aan de stamvaten, waaruit ze ontspringen. Hun richting is naar de basale plaat of chorionplaat alvorens ze overgaan in de vlokken via de eindvaten, waarvan de verschillende vloktypen uitgaan. De

venen daarentegen nemen de kortste weg naar de stamvene of de takken daarvan.

De takken van de stamarteriën geven tevens een aantal capillairen af, die het paravasculaire capillairnetwerk vormen, dat een in de lengte verlopend stelsel vormt van intercommunicerende arteriën in de orde van capillairen. Dit systeem heeft communicaties met het veneuze stelsel door middel van talrijke korte verbindingsvenen, die een grotere doorsnede hebben dan de capillairen van deze plexus.

Slechts gecompliceerde vlokken en grote enkelvoudige vlokken hebben afzonderlijke arteriën. Kleinere vlokken ontvangen hun bloed alléén van het paravasculaire netwerk. De eerder genoemde grotere structuren, zoals de gecompliceerde vlokken, ontvangen behalve de afzonderlijke voedende arterie, ook bloed uit het paravasculaire netwerk, dat zich uitstrekt tot in de complexe vlok.

Het capillaire netwerk van een vlok vormt een uitgerekt netwerk van toe- en afvoerende capillairen met sinusvormige verwijdingen en nauwere verbindingsstukken. Deze sinusvormige verwijdingen zijn karakteristiek voor de vlokcapillairen. De toevoerende arteriële capillairen hebben een diameter, die duidelijk kleiner is dan van de vlokcapillairen zelf. Het bloed van het capillaire netwerk in zulk een vlok verzamelt zich in een kort, wijd veneus capillair, dat naar het midden van de hals van de vlok verloopt.

Het in diameter toenemen van de arteria umbilicalis zodra de chorionplaat is bereikt, de vroege verdeling van de arterie in de truncus chorii, het lange verloop van de takken van de stamarteriën, de structuur van het paravasculaire capillairnetwerk, de kleine diameter van de toevoerende arteriële haarvaten van de vlokken in vergelijking met de daarentegen sinusvormig verwijde vlokcapillairen, al deze eigenschappen van het arteriële vaatpatroon hebben volgens Bøe ten doel de snelheid van de foetale bloedstroom te verminderen. De rechtstreekse verbinding van het paravasculaire capillairnetwerk met de capillaire vlokstructuur en het veneuze stelsel doet een werking als shuntmechanisme veronderstellen, opdat in geval van bloeddrukverhoging in de vlokken, de druk kan dalen om zodoende een voldoende langzame doorstroming in de vaten te handhaven en aldus de uitwisseling tussen foetaal en maternaal bloed zo gunstig mogelijk te laten verlopen.

Bøe meent dat het paravasculaire capillairnetwerk niet dient

als vasa vasorum van de foetale stammen en takken, daar deze hun voeding ontvangen van het maternale bloed. Zowel het paravasculaire capillairnetwerk als de eigenlijke vlokcapillairen moeten zien als een functionele eenheid.

Volgens Bøe vindt bij de maternale circulatie de bloedafvoer uit de intervillieuze ruimte plaats via venen in of nabij de septa. De utero-placentaire arteriën komen de intervillieuze ruimte binnen onder het midden van een cotyledon.

Bøe beschouwt de sinus marginalis als een artefact.

Belangrijk is ook het werk van Wilkin (1954), die uitgaande van een aantal corrosie-preparaten een gedetailleerde beschrijving geeft van het foetale vaatverloop in de placenta.

Wilkin spoot zijn preparaten op met plastic-oplossingen in verschillende verdunningen en kon daarmee ook de capillairen der vlokken injecteren en door corrosie toegankelijk maken voor microscopisch onderzoek.

Hij onderscheidt drie soorten vaten:

1. De vaten van de chorionplaat.
2. De vaten van de cotyledonen.
3. De capillairen van de vlokken en het paravasculaire capillairnetwerk.

ad 1. Het vaatverloop in de chorionplaat, zoals Wilkin dit beschreef, komt in grote lijnen overeen met dat, wat reeds eerder werd gevonden. Wilkin vond geen valvulaire vernauwing in de chorionvenen. Hij zag deze echter wel in de venen van de cotyledonen en maakte hierover de opmerking, dat deze vernauwingen zijn te beschouwen als artefacten ten gevolge van de sterke druk bij de injectie, die werd verricht bij niet-gefixeerde placenta's.

Op deze verklaring zullen wij nog nader terugkomen.

ad 2. De vaten naar de cotyledonen, waarvan het aantal zou overeenkomen met de hoeveelheid der cotyledonen, zag Wilkin ontspringen onder een rechte hoek uit de vaten van de chorionplaat. Hij noemde ze villositaire stammen van de 1e orde; deze bereiken langs de hoogte van de chorionplaat de intervillieuze ruimte.

De arterie loopt spiraalvormig om de venen heen, zoals ook Romney en Reid (1951) in hun artikel hebben beschreven.

Uit de vaten van de 1e orde ontspringen vaten van de 2e orde, die parallel zijn aan de chorionplaat. Tenslotte ontspringen hieruit weer de vaten van de 3e orde die, onderling parallel verlopend, naar de basale plaat gaan in een rechte of iets convexe lijn, gerangschikt om een mediane as in de vorm van een trommel. Na hun insertie in de trophoblast van de basale plaat (*couronne d'implantation*) buigen ze om naar boven in de richting van de chorionplaat; in hun verdere verloop geven zij vele eindtakjes af.

Noch de arteriële anastomosen tussen de vaten van de 1e, 2e en 3e orde van Fraser (1923), noch de arterio-veneuze verbindingen van Danesino (1950) in het juxta-funiculaire gebied zijn door Wilkin gevonden.

ad 3. Het paravasculaire netwerk, reeds eerder gezien door Holl (1881), Spanner (1935) en Bøe (1953) wordt ook door Wilkin beschreven.

Het capillaire vloknetwerk, dat volgens Wilkin in het subchoriale deel weinig dicht is, heeft daar een vingervormige structuur, die samengesteld is uit verscheiden capillairen, welke onderling anastomoserend door korte transversale capillairen. In de nabijheid van de basale plaat is de dichtheid der vlokcapillairen groter; ze ontspringen hoofdzakelijk uit de terminale takken van het ascenderende gedeelte van de chorio-deciduale vaten en hebben meer een knotsvormige structuur. Tussen deze beide typen vlokcapillairen liggen overgangsvormen.

Ook hier zag Wilkin geen anastomosen, noch tussen de vaten van de aan elkander grenzende capillairbosjes, noch tussen die capillairen en de villositaire vaten.

Kort na de publicatie van het artikel van Wilkin verschenen er een drietal bijdragen van Crawford en Fraser (1955, 1956), waarin de vele bestaande opvattingen over de foetale circulatie aan een nieuw door hen verricht onderzoek werden getoetst.

De plastic-oplossingen, door velen der eerdere onderzoekers als waardevolle injectievloeistoffen in de corrosie-techniek gebezigd werden door Crawford en Fraser als onbruikbaar betiteld, omdat deze stoffen snel hard worden en daardoor niet tot in de kleinste vaatjes zouden doordringen. Zij zelf spoten de placenta's op met gekleurde gelatine en pasten de „digestive technique” toe, waarbij gebruik wordt gemaakt van het verterend vermogen van trypsine. Als men het verteringsproces controleert is het namelijk

mogelijk het parenchym te verwijderen en de bloedvaten intact te houden.

De bevindingen van Crawford en Fraser wijken in vele opzichten af van wat reeds eerder door andere onderzoekers is gevonden. Zo vonden zij in tegenstelling tot Romney en Reid geen collaterale circulatie in de randcotyledonen. Alle arteriële vaatjes in de chorionplaat monden volgens hen uit in cotyledonen. Voorts zijn Crawford en Fraser van mening dat geen der venen kleppen heeft; deze uitspraak is in strijd met de bevindingen van Kovacs (1951, 1952) en Bartholomew (1947).

De cotyledonen, die door een speciale vertakkingswijze van de chorionvaten een concentrische distributie zouden tonen zijn volgens Crawford en Fraser zeer verschillend van afmeting; de grootte zou corresponderen met de omvang van het verzorgende vat.

Een groot cotyledon blijkt volgens hen te bestaan uit een groot aantal subcotyledonen (per placenta soms bijna 200!), die hun oorsprong vinden in laterale takken welke van het grote, zich dichotomisch verdelende hoofdvat uitgaan. Enkele van deze subcotyledonen liggen volgens deze beide onderzoekers stevig in de decidua verankerd en zorgen er aldus voor dat de placenta in de uteruswand wordt gefixeerd. Zij menen evenwel dat een enkele maal de verankering een simpele vaatstam betreft, die zich in de decidua vertakt; nooit echter zagen zij een fixerende stam opnieuw uit de decidua opstijgen in de richting van de chorionplaat, zoals Spanner en Wilkin dit beschreven.

Crawford en Fraser merkten op, dat de fixerende subcotyledonen in het centrum van de grote cotyledonen gelegen, zich slecht vulden en menen hierdoor de trommelvormige structuur van de cotyledonen te kunnen verklaren, die gekenmerkt wordt door het centrale hiaat (zoals beschreven door Wilkin). Aan de periferie van de placenta bevinden zich volgens Crawford en Fraser een krans van fixerende cotyledonen, die door middel van een grens van deciduaweefsel van de overige cotyledonen zijn gescheiden.

Wat de capillairen betreft: beide genoemde onderzoekers vonden de grootste dichtheid daarvan aan de basis en aan de laterale zijde van het cotyledon. De grootste uitwisselings-activiteit vindt men

dan ook volgens hen bij de decidua; in de buurt van het chorion is deze kleiner en het kleinst binnen het cotyledon.

De structuur der vlokcapillairen, die blijkens het onderzoek van Crawford en Fraser gecompliceerder wordt naarmate deze vlokken distaler van de arteriolen liggen, zouden de vorm van een eenvoudige of samengestelde lus hebben; het aanvoerend deel zou ietwat spiraalvormig verlopen en, na een al dan niet gecompliceerd verloop, teruggaan naar de vene. Het kaliber der capillairen blijft steeds constant. De sterkst gewonden vaatjes zouden aan de periferie van de cotyledonen voorkomen.

Anastomosen tussen de arteriolen en de venulae en tussen de capillairen onderling in een vlok konden zij niet met zekerheid aantonen, wel verbindingen tussen de vlokken in het syncytium, waardoor een labyrinthvormige structuur wordt verkregen, zoals Stieve deze beschreef; laatstgenoemde zag echter ook vaatverbindingen tussen de vlokken.

Ramsey (1949, 1954, 1955, 1956) onderzocht verder de maternale circulatie in de placenta en trachtte in een uitgebreide studie antwoord te geven op de vraagstellingen: waarom gaat het moederlijke bloed wanneer het uit een arterie komt niet terstond kortgesloten weer terug naar de dichtstbijzijnde vene, zonder eerst de intervillieuze ruimte te doorkruisen, en welke kracht houdt de circulatie in de intervillieuze ruimte op peil, aangenomen, dat de bloeddruk in die ruimte sterk zal dalen?

Zij onderzocht daartoe de uteri van een aantal zwangere apen in verschillende stadia van de graviditeit door ze van de aorta uit met Oost-Indische inkt op te spuiten en na exstirpatie te fixeren en op seriecoupes te snijden. Door middel van de driedimensionale reconstructiemethode werd het vaatverloop bestudeerd. Eveneens onderzocht Ramsey (1956) een aantal zwangere uteri van de mens, die om andere dan gynaecologische redenen waren verwijderd.

Zij vond nu dat zowel bij de mens als bij de aap de utero-placentaire arteriën een spiraalvormig verloop hebben en dat, naarmate de uterus door de groeiende vrucht meer wordt uitgerekt, de spiraal meer gestrekt wordt. Het bleek haar tevens dat zich in de veneuze vaten van de uterus minder uitgebreide veranderingen voltrokken.

De veneuze drainage vindt volgens Ramsey plaats onder de

gehele basale plaat van de placenta, hoewel in latere stadia van de graviditeit het aantal venen, dat aan dit proces deelneemt, iets is verminderd. De sinus marginalis vond zij echter bij de mens altijd.

Teneinde verwarring te voorkomen met de deciduale sinussen in het endometrium aan de rand van de placenta gebruikte Ramsey in plaats van de term „sinus marginalis” de woorden „the marginal lakes”; zij geeft hiervan de volgende beschrijving. Het is een ruimte gelegen binnen de placenta en niet in het endometrium; het is geen afzonderlijk vat dat de placenta omgeeft, doch het periphere gedeelte van de intervillieuze ruimte. Het is in wezen een voortzetting van de subchoriale ruimte en is lateraal begrensd door het chorionmembraan, onder door de trophoblastlaag; centraal staat het in verband met de rest van de intervillieuze ruimte. De grootte en de vorm ervan worden bepaald door de physiologische staat van de uterus (vergelijk Scipiadès en Burg).

Met deze bevindingen als uitgangspunt stelt Ramsey zich de maternale circulatie aldus voor. De verdeling van de arteriële en de veneuze vaten over de basis van de placenta is zonder uitzondering willekeurig. De scheiding van de afferente en efferente stroom van matернаal bloed wordt primair tot stand gebracht door verschillen in druk in de intervillieuze ruimte. De arteriële druk van het moederlijke bloed is namelijk 60-70 mm Hg hoger dan de druk in de intervillieuze ruimte; de druk in de intervillieuze ruimte is weer groter dan die in de venen; dit verschil in druk wordt dan nog versterkt door contracties van het myometrium. De morphologische rangschikking, zoals placentaire septa en dergelijke en de vlokkenpols (Wagner, 1929) kunnen het mengproces bevorderen, zij zijn echter niet de oorzaak van de intervillieuze circulatie. De sinus marginalis moet men volgens Ramsey zien als een veiligheidsklep in geval van verhoging van de bloeddruk.

De utero-placentaire arteriën, die ook volgens Beker (1955) een gekronkeld verloop hebben, ontspringen volgens deze schrijver uit een netwerk van arteriële sinussen, dat niet mag worden gerekend tot de decidua. Dit netwerk hangt volgens hem rechtstreeks samen met de uit de arteriae uterinae komende gehypertrophiëerde vaten; het ligt onder de insertie-plaats van de placenta en wordt in elke zwangerschap nieuw gevormd.

In een röntgenologische studie van met contrastvloeistof opgespoten placenta's nam Lemtis (1955) nog eens de strijd op

tegen het „Gefäßraumgitter“ van Stieve. Bond Lemtis namelijk een vrij grote verzorgingsarterie van een cotyledon af, dan vielen alle vertakkingsgebieden van alle geblokkeerde arteriën uit. Wel heeft een cotyledon volgens deze auteur een reserve-kringloop door middel van een kleine arterie uit een ander verzorgingsgebied.

Evenals Danesino (1950) kwam ook Lemtis tot de slotsom dat er arterio-veneuze anastomosen voorkomen. Deze conclusie werd door Lemtis weinig kritisch getrokken uit de omstandigheid dat een niet nader genoemde gekleurde substantie, die in de primaire vlokstamarterie werd ingespoten spoedig in de bijbehorende vene is waar te nemen, hoewel de daartoe behorende capillairen nog gedeeltelijk ongevuld blijken.

Lemtis wees er ook nog op, dat zich plaatselijk retentie van bloed kan voordoen, dat met doorspoelen niet is te verwijderen. Een verklaring hiervoor kon deze auteur niet geven. Volgens deze auteur zou dit verschijnsel een physiologische betekenis moeten hebben.

In de recente literatuur zijn het vooral de Franse onderzoekers Palliez, Delecour, Foret en Depreux (1956), Thoyer-Rozat en Martin (1956), Mayer, Panigel en Leclerc-Polyak (1956), die zich bezig hielden met de foetale circulatie. Evenals Wilkin maakten zij gebruik van plastic-oplossingen, die in de foetale circulatie werden gespoten, waarna de preparaten aan corrosie werden blootgesteld. De bevindingen van deze auteurs komen feitelijk neer op wat Wilkin heeft beschreven.

Mayer c.s. (1956) wilden echter het verloop van de vertakkingen van de vaatstam in het cotyledon niet zo schematisch indelen als Wilkin dit heeft gedaan.

De vascularisatie van de marginale cotyledonen door twee arteriën (die Romney en Reid zagen) vonden deze auteurs niet steeds terug; zij hechtten er dan ook geen betekenis aan.

Dat de arteriële hoofdstam van een cotyledon een spiraalvormig verloop om de vene heeft zagen Mayer e.a. niet als een gevolg van schrompeling van het plastic, daar deze spiraalstructuur zich ook voordeed in de doorzichtig gemaakte preparaten, die niet met aan schrompeling onderhevige stoffen waren opgespoten.

Ook de sphinctervormige structuur van de venen, door anderen

als artefacten beschouwd, vonden deze auteurs in de doorzichtige preparaten.

Evenals Bøe menen ook Mayer c.s. dat het paravasculaire netwerk, van arteriële oorsprong, direct in communicatie staat met de stamvene en aldus kortsluiting veroorzaakt van het capillaire netwerk van de vlokken (arterio-veneuze shunt). Van de 5e maand der graviditeit af zouden er volgens deze schrijvers in het vaatpatroon geen fundamentele verschillen zijn met de placenta à terme.

Eigen onderzoek

METHODE VAN ONDERZOEK

Literatuuroverzicht betreffende de gebruikelijke onderzoeksmethoden

Alvorens wij overgaan tot het bespreken van de methodiek, die wij hebben toegepast om het vaatpatroon van de placenta te kunnen bestuderen, willen wij een kort literatuuroverzicht geven van de vele methoden die in de loop der tijden door andere onderzoekers daartoe zijn gebruikt. De aan hun werkwijzen verbonden voor- en nadelen zullen wij zoveel mogelijk uiteenzetten.

Onder de vele vormen van onderzoek neemt de röntgenologie een belangrijke plaats in; zoals te begrijpen is hebben talrijke onderzoekers zich hiervan bediend, daar deze methode snel en eenvoudig is toe te passen.

Boussin (1920) en Brindeau samen met Boussin (1921) mogen wel vermeld worden als de eersten, die deze wijze van onderzoek op de placenta hebben toegepast. Deze auteurs gebruikten steeds verse placenta's, die na massage en voorzichtig uitknijpen, werden doorgespoeld met warm water teneinde aldus de placenta's van bloed te ontdoen. Via de arteria en vena umbilicalis werd een contrastvloeistof (een kwikverbinding) ingespoten, waarna de placenta in een formaline-oplossing 4 pct werd gelegd. Van het aldus opgespoten en geharde preparaat werd een röntgenfoto gemaakt.

Na Boussin en Brindeau waren het vooral Fraser (1923), Shordania (1929), Kiffner (1929), Albano (1931), Fournier (1932), Kearns (1934), Spivack (1936), Szendi (1938), Bacsich en Smout (1938) en in de laatste tijd Tobin (1947), Wenner (1947), Adler (1949), Hörmann (1953) en Lemtis (1955), die van de röntgentechniek gebruik maakten.

Kiffner (1929) wees al spoedig op het feit, dat op enkele

foto's anastomosen waarneembaar waren, die op stereoscopische röntgenfoto's niet waren te zien. Om duidelijke uitkomsten te verkrijgen was het zelfs noodzakelijk de placenta ook omgekeerd, dit wil zeggen met de foetale zijde op de cassette, stereoscopisch te fotograferen. Het bleek toen duidelijk dat vele der vermeende anastomosen in werkelijkheid over elkaar geprojecteerde vaten waren.

Bacsich en Smout (1938) en Szendi (1938) wezen eveneens op deze bezwaren, hoewel laatstgenoemde auteur bij een röntgenologisch onderzoek van tweelingplacenta's toch meende met zekerheid de conclusie te mogen trekken, dat er anastomosen tussen de kleine vaten bestonden.

Adler (1949) wees op de mogelijkheid dat de contrastvloeistof, zoals bijvoorbeeld een jodiumverbinding, een osmotische prikkel op de cellen zou kunnen uitoefenen. Dit zou een verlies van vocht veroorzaken met als gevolg schrompeling der cellen. Hierdoor zouden de kleine vaatjes dan ondoorgankelijk worden, zodat ze dus niet gevuld kunnen worden. Vele zogenaamde anastomosen zijn volgens genoemde schrijver in werkelijkheid twee over elkaar vallende schaduwbeelden. Dit trachtte hij aan te tonen door van het röntgenologisch gefotografeerde preparaat bovendien een corrosiepreparaat te maken. Hiertoe voegde hij aan de in aceton opgeloste celluloid een of andere contrastvloeistof toe. Goed bruikbare corrosiepreparaten heeft hij hiermede niet verkregen.

Ook Tobin (1947) combineerde twee technieken, door oplossingen van plastic (Vinylite) te vermengen met iodoform 10 pct, deze vloeibare massa via de navelstrengvaten in te spuiten en van dit preparaat een röntgenfoto te maken, alvorens het te corroderen.

Dankmeyer en Landsmeer (1950) slaagden er in een methacrylester te mengen met antimoonoxyde of loodoxyde, waarmede na inspuiting een fraai contrast op de röntgenfoto kon worden verkregen, zodat het hiermede mogelijk was van hetzelfde object eerst een röntgenfoto te maken en daarna een corrosiepreparaat te verkrijgen.

Stellen wij nu de voor- en nadelen van deze methode tegenover elkaar, dan zijn de onmiskenbare voordelen niet alleen de eenvoud van bewerking, die minder tijd vergt dan welke andere methode ook, maar ook de mogelijkheid om te injecteren met vloeistoffen van geringe viscositeit, zoals oleum iodisatum (Lipiodol), thorium-

dioxyde (Thorotrast), loodsulfaat, waardoor de capillairen gevuld kunnen worden in tegenstelling met verscheiden plastic-oplossingen, die dit niet altijd doen.

Bij het onderzoek van de placenta naar de vaatverhoudingen en het verloop daarvan, betreffen de belangrijkste geschilpunten het verloop der capillairen in de vlokken en het al dan niet voorkomen van anastomosen. Nu zijn op de röntgenfoto anastomosen moeilijk of niet te beoordelen, zelfs op stereoscopische foto's; vrij kleine vaten in de orde van arteriolen, venulae en praecapillairen kan men op de röntgenfoto niet vervolgen en een eventueel voorkomende osmose kan de kleine vaatjes ondoorgankelijk maken. Om deze redenen heeft de röntgenmethode naar onze mening ten deze een beperkter waarde dan de hierna te vermelden methoden van onderzoek. Op grond hiervan hebben wij dan ook geen gebruik gemaakt van de röntgenologie.

Een andere methode ter bestudering van het verloop der vaten in de placenta is het geven van een injectie met kleurstoffen in de vaten; daarna kan men het vaatpatroon van de oppervlakkig gelegen vaten in de chorionplaat bestuderen, hetzij met het blote oog, hetzij met loupe-vergroting; de kleine vaten en de capillairen kan men in dikke coupes of in kleine uit het preparaat getrokken stukjes weefsel („plukpreparaten") onderzoeken door middel van een binoculaire microscoop.

Zo vermeldt Adler (1949) dat een dergelijk onderzoek reeds werd verricht door Smellie (1779) en Osiander (1787), die aldus bij tweelingplacenta's anastomosen tussen beide circulatiesystemen konden aantonen.

Brochet (1820) kon zelfs na injectie met rode wijn capillaire anastomosen aantonen in tweelingplacenta's.

Bumm (1890) vulde de intervillieuze ruimte van de placenta op met gekleurde gelatine via venen, die als gapende openingen aan de basis van de placenta voorkomen; daarna kon hij uit coupes van dit preparaat de intervillieuze ruimte bestuderen.

Wil men echter het ruimtelijk verloop der vaten goed tot zijn recht laten komen en voor driedimensionaal onderzoek toegankelijk maken, zo zal men andere methoden dienen aan te wenden dan alleen het bestuderen der coupes.

Boe (1953) onderzocht met de binoculaire microscoop kleine

deeltjes placentaweefsel, die hij door afplukken verkreeg (plukpraeparaten), waarvan tevoren de vaten met Oost-Indische inkt waren opgespoten.

Als nadeel ondervond hij dat het afferente deel der capillairen niet was te onderscheiden van het efferente deel; hierom spoot de genoemde auteur na de Oost-Indische inkt nog dunne, verschillend gekleurde plastic-oplossingen (Vinylite) in; nadat hij de met inkt gevulde capillairen had nagegaan bereikte hij de plastic-oplossing, waarvan de kleur aangaf of hij met het arteriële dan wel met het veneuze deel te maken had.

Ramsey (1954) maakte van tevoren met Oost-Indische inkt opgespoten en gefixeerde uteri met de placenta in situ seriecoupes. Door middel van een methode, gebaseerd op de driedimensionale reconstructie van de seriecoupes kreeg zij een indruk van het verloop der vaten in hun geheel.

Mayer c.s. (1956) maakten gebruik van de ophelderingsmethode van Spalteholz; bij toepassing daarvan kunnen dikkere coupes worden gesneden ($\pm 0,5$ cm) en de vaten over een groter beloop worden bestudeerd.

Met behulp van een of meer van genoemde methoden kan men bijzonder fraaie resultaten verkrijgen; de verkregen preparaten geven echter niet alle een beeld van het vaatverloop in zijn geheel, tenzij men de zeer tijdrovende reconstructiemethode toepast, die Ramsey (1954) in haar onderzoek heeft gebruikt.

Als laatste methode willen wij de corrosie-techniek vermelden; deze zullen wij wat uitvoeriger beschrijven.

De vaten worden met een substantie, bijvoorbeeld een plastic-oplossing, die na injectie in een vaste toestand overgaat, opgespoten, waarna door middel van een corroderende vloeistof al het weefsel wordt weggevreten en slechts de ingespoten substantie als een afgietsel der vaten overblijft.

In de oude literatuur vindt men vele onderzoekers, die zich bezig hielden met de techniek van de corrosie.

Naratt c.s. (1936) noemden in hun literatuuroverzicht over de corrosie-methodiek Swammerdam (1670) als de uitvinder van de „solidifying injection mass”, hoewel volgens hen de prioriteit van de publicatie daarover aan Boyle en Pecquet toekomt. Swammerdam moet evenwel beschouwd worden als de

man op wiens gezag de methode algemeen werd geaccepteerd.

Frederick Ruysch (1653-1731), een leidende figuur op het gebied van injectie-experimenten, bereidde een gekleurde massa, waarvan hij de samenstelling geheim hield.

Govard Bidloo (1685) was misschien de eerste, die probeerde de longen met een gemakkelijk smeltbaar metaal te injecteren. Dit metaal was een mengsel, dat bismuth en kwik bevatte. Door corrosie werd het weefsel verwijderd.

Lieberkühn (1748) beschreef een methode, waarbij hij gebruik maakte van witte was, resine, terpentijn en vermiljoen.

Hyrthl (1870) gebruikte celloïdine-oplossing voor het bestuderen van de bloedvaten der nieren.

Hochstetter (1886) nam onafhankelijk van Schieffer-decker (1882), die over het celloïdine als corrosiemassa schreef, proeven met celloïdine dat werd opgelost in zwavelaether.

Voor grof-macroscopische preparaten was deze stof op zich zelf niet geschikt, daar de schrompeling dan te groot was; voor de kleine vaatjes werkte dit niet bijzonder storend, omdat de schrompeling hierin gering is. Om de schrompeling te verminderen voegde hij kaolien toe aan het celloïdine, waardoor een compacte elastische substantie werd verkregen, die niet sterk schrompelt.

Krassuskaja (1903) voegde kamfer toe aan een oplossing van celloïdine in aceton teneinde een vloeistof te verkrijgen, die in de fijnste vaatjes doordringt en na verharding een elastische vaste stof geeft, die niet brokkelig is. Hij corrodeerde zijn preparaten in HCl.

Ook Kearns (1934) en Wenner (1947) werkten met celloïdine.

Schummer gebruikte in 1935 een geheel nieuw preparaat. Deze stof, plastoïd genoemd, is een polymeriseerbare vinylverbinding, in niet gepolymeriseerde (monomeren) toestand een vloeistof, die via het stadium van dikke vloeistof overgaat in vaste toestand.

Hierin had de schrijver een stof gevonden die beantwoordt aan een aantal eisen, welke volgens hem moeten worden gesteld aan een injectievloeistof voor corrosiepreparaten.

Hij acht het van belang dat de viscositeit veranderbaar is, om afwisselend grote en kleinere vaten, zelfs capillairen, te kunnen vullen. Vervolgens moet de stof koud geïnjectieerd kunnen worden

en bij het hard worden weinig of geen schrompeling geven. De stof mag door zuren en logen niet worden aangetast. Zij dient terstond voor gebruik gereed te zijn en eenvoudig te hanteren.

Van een soortgelijke stof, „vinylresin“ („Vinylite Ollo“) be-
dienden N a r a t c.s. (1936) zich.

Niet alle onderzoekers gebruikten nadien plastic-oplossingen. Spanner (1936) maakte een uitgebreid gebruik van vloeibare gelatine, Bacsich en Smout (1938) en Adler (1949) namen een oplossing van celluloid als te injecteren vloeistof. Szendi (1938) stond echter afwijzend tegenover het gebruik van celluloid-oplossingen, daar hiermede de kleine vaatjes niet gevuld zouden worden.

Ook vloeibare synthetische rubber, bijvoorbeeld neopreen, bleek een tamelijk bruikbare stof te zijn (Faulkner, 1945; Barcroft en Barron, 1946; Romney en Reid, 1951; Earn en Nicholson, 1952 en Laux c.s., 1953).

Het gelukte Dankmeyer en Landsmeer (1950) evenwel niet met neopreen corrosiepreparaten te verkrijgen, die voldoende vastheid van structuur bezaten om hun vorm te behouden.

De laatste jaren maken de onderzoekers veelal gebruik van de gemakkelijk hanteerbare plastic-oplossingen, waarvan verschillende soorten bestaan. Voor het opspuiten van capillairen gebruikt men minder sterke oplossingen dan voor het opspuiten van grote vaten; meestal een oplossing van 5-10 pct voor de vrij kleine tot kleinste vaten en een van 20-25 pct voor de grotere vaten.

Bij het bestuderen der vaten van de placenta waren het vooral Romney en Reid (1951), Bøe (1953), Laux c.s. (1953), Wilkin (1954), Mayer c.s. (1956), Thoyer c.s. (1956), Nold (1957), die van deze plastic-oplossingen gebruik maakten.

Crawford en Fraser (1955) pasten de „digestive technique“ toe, waarbij gebruik wordt gemaakt van het verterend vermogen van trypsine; de sterkte van dit vermogen wisselt al naar gelang van het weefsel, dat er aan wordt blootgesteld. Parenchym verteert gemakkelijk, bindweefsel slecht. Bij gecontroleerde verttering is het mogelijk het parenchym te verwijderen en de bloedvaten intact te houden. Decidua, chorionepitheel en mesoderm verdwijnen, de foetale vaten blijven intact, evenals het chorion en de navelstreng. Om de vaten in het preparaat te herkennen moeten deze te voren met gekleurde gelatine worden opgespoten. Op deze

wijze kan zowel het verloop der grote vaten als dat der capillairen (deze laatste bij voorkeur in plukpreparaten) worden bestudeerd.

Eigen methode van onderzoek

De methode van onderzoek, welke wij hebben toegepast, berust eveneens op de corrosie van placenta's, die tevoren met plastic-oplossingen zijn opgespoten.

Deze onderzoeksmethode is bepalend geweest voor de resultaten, die wij in dit geschrift hebben vastgelegd; zij verschafte ons een inzicht in het vaatverloop der placenta en stelde ons bovendien in staat dit verloop door afbeeldingen aanschouwelijk weer te geven.

Bij ons onderzoek hebben wij voornamelijk gebruik gemaakt van door corrosie verkregen preparaten; wij hebben echter steeds door middel van microscopisch onderzoek van coupes uit deze preparaten, gecontroleerd of de capillairen inderdaad met de plastic-oplossingen volledig waren gevuld. Aldus konden wij er ons van overtuigen dat de plastic-oplossingen de capillairen bereikten en dat de placenta geheel werd opgespoten, zodat een zo volledig mogelijk beeld van de totale vaatstructuur en de vaatchtheid der placenta kon worden verkregen.

In totaal onderzochten wij op deze wijze 65 gezonde placenta's uit de 40ste week van de graviditeit, alsmede twee uteri met de placenta nog in situ, uit de 4e en 8e maand van de graviditeit, verder een uterus, die onmiddellijk na een sectio caesaria was verwijderd en tenslotte een uterus van de 7de dag van het kraambed. Bovendien werden 10 placenta's uitsluitend microscopisch onderzocht, dus zonder tevoren te zijn opgespoten.

In onze methode gaan wij als volgt te werk.

Terstond na de geboorte van het kind laten wij het bloed via de navelstreng zoveel mogelijk uit de placenta lopen. Zodra ook de placenta is geboren, wordt deze voorzichtig nog wat leeggedrukt. De navelstreng wordt tot een stompje van 5 cm afgeknipt en de vliezen rondom de placenta verwijderd. Het amnion, dat over het oppervlak van de placenta loopt, laten wij ter plaatse, daar dit steun geeft aan de grote vaten. De placenta dient onder water te worden bewaard om indrogen te voorkomen.

Eén tot twee uur na de geboorte van de placenta wordt deze doorgespoeld om al het bloed daaruit te verwijderen.

Hiertoe brengen we zowel in de vena umbilicalis als in één arteria umbilicalis een polytheencatheter (door één arteria umbilicalis kan men namelijk het gehele arteriële systeem opvullen, dank zij de anastomose tussen de beide arteriae umbilicales op de insertieplaats van de navelstreng in de placenta). Na enige oefening gelukt dit in de meeste gevallen vrij gemakkelijk. Men denke er aan dat het catheteriseren van de arteria umbilicalis dadelijk na de geboorte van de placenta moeilijk is, doordat deze arterie dan is gecontraheerd. Het doorspoelen wordt verricht met een waterige oplossing van citras natricus 3,8 pct, via de arteria umbilicalis. Dit doorspoelen vindt plaats onder een druk van 90 cm water, een druk dus ongeveer gelijk aan de physiologische druk die normaal in de arteriae umbilicales heerst. Deze physiologische druk bedraagt voor de arteriae umbilicales ongeveer 65 mm kwik, voor de vena umbilicalis 30 mm kwik (Reynolds, 1954).

Het blijkt dat bij een druk van 20-30 cm water de doorstroming van de placenta reeds tot stand komt (zie ook Runge en Hartmann, 1930). Gedurende de doorstroming wordt de placenta geplaatst in een warm-waterbad van 37° C, waardoor de doorstroming aanmerkelijk vlotter verloopt dan wanneer de placenta in een koud milieu werd gebracht. De placenta wordt met 5, soms met 10 liter vloeistof doorgespoeld. De duur van het doorspoelen bedraagt gemiddeld 1 uur; na verloop van die tijd is de placenta meestal opgebleekt, dus vrij van bloedresten.

Tijdens het doorspoelen namen wij waar dat de placenta bij gedeelten opbleekt. Zulk een opgebleekt gedeelte omvat meestal een of meer cotyledonen, die dan door andere, niet opgebleekte cotyledonen worden omgeven. Dit wijst er op, dat de cotyledonen nauwkeurig omschreven vaatgebieden zijn, die niet met de overige cotyledonen anastomoseran; deze bevinding is dus een argument tegen de theorie van Stieve (1935).

Door de placenta voorzichtig te masseren kan men ook de overige cotyledonen bloedeloos maken. Wij gaan voort met doorspoelen totdat nagenoeg de gehele placenta is opgebleekt en de vloeistof, die uit de vena umbilicalis terugloopt niet meer bloederig is. Bij microscopische controle bleken de capillairen in deze gevallen geen erythrocyten meer te bevatten.

Tijdens het doorspoelen konden wij de waarneming van Mayer c.s. (1956) bevestigen, namelijk dat niet alle vloeistof weer uit de

vena umbilicalis terugvloeit, doch dat een gedeelte door de capillairen heensiepelt. Hoe hoger de druk is, waaronder de vloeistof wordt ingebracht, des te groter is de hoeveelheid die de wand der capillairen passeert. De vloeistof verlaat de placenta niet via verscheurde haarvaten, doch gaat klaarblijkelijk door de capillairwand heen, daar Oost-Indische inkt en Pruisisch blauw binnen de capillairen blijven (Mayer c.s., 1956).

Dat er bij normaal geboren placentae geen verscheurde capillairen voorkomen, bleek ons ook nog uit de waarneming dat de verdunde plastic-oplossingen op geen enkele plaats uit de placenta lekten.

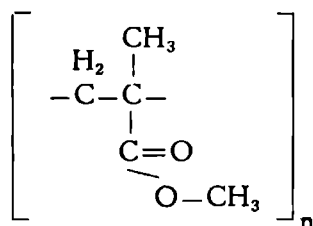
Nadat de placenta is doorgespoeld wordt deze voorzichtig leeggedrukt; het opspuiten met plastoid of plastic-oplossing kan dan een aanvang nemen.

Wederom wordt de placenta in een waterbad geplaatst, ditmaal op kamertemperatuur, om voortijdig hard worden van de ingespoten stof te voorkomen. Het water geeft de placenta een opwaartse druk, hetgeen van groot belang is omdat anders de placenta met haar volle gewicht op de basale vlakke zou drukken; de capillairen en de chorio-deciduale vaten zouden ter plaatse waar de druk wordt uitgeoefend niet volledig gevuld kunnen worden, doordat ze dan in meer of mindere mate werden dichtgedrukt.

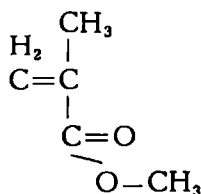
Wil men de grovere vaatstructuur bestuderen dan kan men met succes gebruik maken van het dik-stroperige plastoid (Röhm en Haas, Darmstadt, Dld.) dat bij een temperatuur van 37°-40° C in de broedstoof polymeriseert in een glasharde massa. De krimpingsfactor is zeer gering. Het plastoid wordt met een 5 ml recordspuit onder een druk, die hoger ligt dan de physiologische (± 200 mm Hg, door de lage viscositeit) via de polytheencatheter in de placenta gespoten.

Wil men de kleinere vaten en de capillairen volledig opspuiten dan moet men daarentegen gebruik maken van een dun vloeibare plastic-oplossing, die bovendien bij vast worden zo min mogelijk inkrimpt. Het Kunststoffeninstituut T.N.O. te Delft leverde ons deze plastic-oplossing onder 100/4/2 O.A. cp 265/20° (bij 20° C bedraagt de viscositeit 265 centipoises); hiermede hebben wij de gewenste resultaten volledig bereikt.

Deze stof is een oplossing van polymethylmethacrylaat

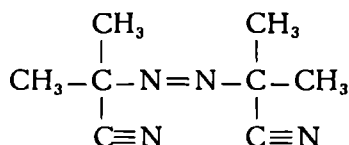


in het monomeer methylmethacrylaat



dat bij lage temperatuur geruime tijd bewaard kan worden.

Door lichte verwarming polymeriseert het oplosmiddel ook tot polymethylmethacrylaat onder invloed van een in de oplossing aanwezige katalysator azo-bis-isobutyronitril.



Door toevoeging van een zogenaamd „chaintransferagent" wordt verhinderd dat de polymerisatiegraad hoger wordt dan wenselijk is.

Tenslotte bevat het mengsel nog een „weekmaker"; de toevoeging hiervan is noodzakelijk om het eindproduct het gewenste rubberachtige karakter te geven.

Het voordeel van deze dun vloeibare substantie is bovendien dat we die onder nagenoeg physiologische druk kunnen inspuiten, hetgeen van groot belang is om de capillairstructuren zo getrouw mogelijk weer te geven.

Sterk verdund plastoid is voor dit doel ongeschikt, daar dit zeer brokkelige preparaten geeft. Het praepolymeer 100/4 2 O.A. cp 265/20° van T.N.O. spuiten wij in met een 10 ml recordspuit, die door middel van een T-stuk verbonden is met een manometer, waarop wij de druk waaronder de plastic-oplossing in de vaten

loopt rechtstreeks kunnen aflezen. Verschillend gekleurde plastic-oplossingen of plastoïd worden via de arteria umbilicalis en via de vena umbilicalis ingespoten.

Een volledig opgespoten placenta bevat 90 tot 100 ml plastic-oplossing. De graad van vulling kan men min of meer aflezen aan de maternale zijde van de placenta, waar men de cotyledonen de kleur ziet aannemen van de plastic-oplossing die men inspuit. Bovendien kan de graad van vulling nog microscopisch worden gecontroleerd.

Na de placenta volledig te hebben opgespoten wordt, nadat de catheters zijn verwijderd, de navelstreng met een bandje afgebonden.

De placenta wordt nu met de moederlijke zijde naar boven gekeerd, opdat de vorm der cotyledonen niet verandert en gedurende 2 maal 24 uur in een formaline-oplossing 2 pct gelegd. Vervolgens wordt zij gedurende 3 tot 4 dagen in een KOH-oplossing 30 pct bij een temperatuur van 37°-40° C in een broedstoof bewaard. Is de placenta door de KOH-oplossing volledig gecorrodeerd dan wordt zij zeer voorzichtig in een bak met langzaam stromend water gebracht en gedurende 24 uur daarin gelaten. Tenslotte laat men het preparaat aan de lucht drogen.

Na deze bewerkingen is het preparaat gereed ter bestudering.

De kleine structuren, die met het blote oog of vergoting door middel van een loupe moeilijk te bestuderen zijn, moet men bekijken onder een binoculaire prepareermicroscoop, waarmede meestal een vergroting tot 40 maal kan worden verkregen. Door middel van uiterst fijn geslepen naaldjes of fijngetrokken glas-naaldjes kan men de capillairstructuren uitprepareren.

Wil men het verloop der capillairen nauwkeurig volgen dan dient men zijn toevlucht te nemen tot een microscoop met sterkere vergroting. De capillairen moet men dan niet in een vloeistof brengen, zoals canadabalsum, daar dan de driedimensionale verhoudingen komen te vervallen. Men plaatst de te bestuderen capillairen op een droog objectglas, met daar over heen een droog dekglasje, dat slechts even voorzichtig wordt aangedrukt.

RESULTATEN VAN HET EIGEN ONDERZOEK

Teneinde onze eigen bevindingen over het vraagstuk hoe de vaten in, naar en van de placenta uit verlopen zo overzichtelijk mogelijk weer te geven, hebben we gemeend, mede op grond van de resultaten van ons eigen onderzoek, van de volgende indeling gebruik te moeten maken.

A. Het foetale vaatstelsel

Van het foetale vaatstelsel in de placenta geven wij een beschrijving op blz. 39 tot blz. 100.

Wij zullen hierin de volgende onderwerpen behandelen: handelen:

- a. De navelstrengvaten.

Hoewel wij geen uitgebreid onderzoek dienaangaande hebben verricht, menen wij toch de beschrijving van het foetale vaatverloop in de placenta volledig te moeten maken door een kort literatuuroverzicht van de navelstrengen te geven.

- b. De chorionvaten.

Dit zijn de vaten, die in de chorionplaat van de placenta hun verloop hebben.

- c. De vaten der cotyledonen.

Deze vaten ontspringen uit de chorionvaten en vormen het vaatcomplex der cotyledonen.

- d. De capillairen in de vlokken.

- e. Het paravasculaire capillairnetwerk.

B. Het maternale vaatstelsel

Het maternale gedeelte van het vaatstelsel in de placenta wordt behandeld op blz. 100 tot blz. 121.

Hierin bespreken wij de intervillieuze ruimte met de toe- en afvoerende vaten.

Bij de behandeling van ieder onderdeel zullen wij de bespreking van ons eigen onderzoek vooraf doen gaan door een kort literatuuroverzicht over het te behandelen onderwerp; na de beschrijving van dat onderzoek zullen wij een beschouwing en conclusies laten volgen.

De bedoelde korte literatuuroverzichten moet men steeds in verband bezien met het algemene literatuuroverzicht.

Het foetale vaatstelsel

De navelstrengvaten

Daar de navelstreng beschouwd wordt als een deel van de placenta willen wij niet nalaten enkele opmerkingen over de vaten daarvan te maken.

In de navelstreng komen drie vaten voor; namelijk twee arteriae umbilicales en een vena umbilicalis. Wel bestaan op deze algemene regel uitzonderingen.

Kleine (1929) heeft het ontbreken van de rechter arteria umbilicalis beschreven; deze anomalie ging gepaard met uitgebreide misvormingen van de foetus.

Fournier (1932) vond éénmaal één arteria umbilicalis; hij beschouwde dit als een zeldzame vondst.

Albano (1935) maakte eveneens melding van één enkel geval. In een recente publicatie hebben Benirschke en Brown (1955) een beschrijving gegeven van 55 gevallen, waarin telkens slechts één arteria umbilicalis werd gevonden. In 13 gevallen hadden de pasgeborenen geen afwijkingen; bij 27 van deze kinderen bestonden er uitgebreide congenitale afwijkingen aan hart, ingewanden, geslachtsorganen of zenuwstelsel. Volgens laatstgenoemde onderzoekers zou deze navelstrenganomalie vrij veelvuldig voorkomen.

In ons materiaal troffen we een enkel geval aan van één arteria umbilicalis in de navelstreng. Dit kind, dat 1970 gram woog, was van het mannelijk geslacht; het overleed dadelijk na de geboorte. Bij obductie werden uitgebreide misvormingen gevonden, zoals ontbreken van het diaphragma, een rijdende aorta en een groot septumdefect van het hart. Er bestond een uitgebreid hydramnion. Het kind was praematuur geboren.

Shordania (1929) vermeldde een geval waarin niet twee, doch drie arteriae umbilicales voorkwamen, doordat een arteria umbilicalis zich in de navelstreng dichotomisch splitste. Even verder kwamen beide takken weer bij elkander. Dezelfde auteur beschreef ook een geval, waarin twee venae umbilicales werden gevonden, doordat de vena umbilicalis zich in twee takken splitste, die ieder afzonderlijk in de placenta overgingen.

Over het voorkomen van klepvormige structuren in de navelstrengvaten vinden we in de literatuur het volgende.

Spivack (1936) beschreef het voorkomen van valvulae in de arteriae umbilicales. Volgens deze schrijver waren het evenwel geen echte kleppen. In de vena umbilicalis zag hij semilunaire plooien.

Jankovich (1939) vond zowel in de arteriën als in de vene van de navelstreng sphinctervormige insnoeringen, waarin gladde spiervezels een ringmusculatuur vormden. Deze „kleppen” reguleerden de kringloop in de placenta.

Een uitgebreidere studie over deze kleppen verscheen van Kovacs (1951), die deze kleppen zowel in de arteriae umbilicales als in de vena umbilicalis zag.

Daar volgens Kovacs in de veneuze vaten van de placenta ook kleppen zouden voorkomen (zie ook Spanner, 1936 en Bartholomew, 1947) zal een eventueel ontbreken van de kleppen in de vena umbilicalis geen moeilijkheden veroorzaken. Ontbreken echter bij uitzondering de kleppen in de navelstrengarteriën dan zal dit, daar de arteriële vaten van de placenta geen kleppen hebben, tot pathologische toestanden aanleiding geven. Tijdens een wee zal namelijk, volgens Kovacs, het terugstromende bloed uit de arteriën der placenta niet worden opgevangen door de kleppen in de navelstrengarteriën; dit zou overbelasting van het hart van de foetus tengevolge hebben en eventueel tot de dood van de vrucht kunnen leiden.

Omdat wij geen onderzoek hebben verricht naar het voorkomen van kleppen in de navelstrengvaten kunnen wij uit eigen ervaring hierover geen nadere mededelingen doen.

De chorionvaten

Literatuuroverzicht

De anastomosering van de beide arteriae umbilicales op de plaats van insertie van de navelstreng in de placenta wordt door nagenoeg iedere auteur beschreven.

Deze anastomose komt vrijwel constant voor. Shordania (1929) kon slechts in 1.5 pct van zijn gevallen geen anastomose aantonen.

Fournier (1932) onderscheidde drie wijzen van anastomosen, namelijk door middel van een afzonderlijk vat, door de tijdelijke vereniging van beide arteriën en door een laterale anastomose.

Bacsich en Smout (1938) vonden in 7 van de 50 gevallen een anastomosering door middel van een versmelting, in de overige gevallen door een transversaal verlopend vat.

Shordania (1929) ontdekte een bepaald verband tussen de plaats, waar de navelstreng zich in de placenta hecht en het oppervlakkig verloop der vaten in de chorionplaat.

Onder „chorionplaat” verstaan we de oppervlakkig gelegen bindweefselplaat van de placenta, die bedekt is met amnion en waarin de vertakkingen van de navelstrengvaten een oppervlakkig verloop hebben.

Shordania onderscheidde aldus drie typen placentae, te weten:

- a. „type dispersé” bij centrale insertie van de navelstreng;
- b. „type magistral” bij sterk excentrische insertie;
- c. een gemengd type bij paracentrale insertie.

Het komt hierop neer, dat naarmate de insertie van de navelstreng meer excentrisch komt te liggen, de lengte van de hoofdstam van de plaats van insertie tot de 1e bifurcatie toeneemt, evenals de doorsnede van de takken van de 2e orde en de afsplitsingshoek, terwijl het aantal takken van de 2e orde afneemt.

Scipiades en Burg (1930), Bacsich en Smout (1938), Wilkin (1954) en Mayer c.s. (1956) bevestigden deze relatie.

Over het verloop der grote vaten in de chorionplaat vinden we een vrij uitgebreide verhandeling bij Boussin en Brindeau (1921). Met behulp van röntgenfoto's van met contrastvloeistof opgespoten placenta's toonden zij aan, dat op de insertieplaats van de navelstreng (soms 1 tot 2 cm hogerop in de navelstreng) iedere arteria umbilicalis zich verdeelt in 3 of 4 grote hoofdtakken. Deze splitsen zich vervolgens dichotomisch en verlopen als arteriae basales vrij regelmatig onder het amnion van de chorionplaat. De vena umbilicalis gaat in de placenta over in 2 of 3 volumineuze takken, die een grotere diameter hebben dan de overeenkomstige arteriële takken. Deze veneuze takken, genaamd venae basales, verlopen op een enkele uitzondering na, onder de arteriae basales (Fournier, 1932 en Laux c.s., 1953). De vertakkingswijze der venae basales is eveneens dichotomisch, doch de verspreiding daarvan over de chorionplaat zou minder regelmatig zijn en het verloop rechter.

Romney en Reid (1951) spraken bij deze wijze van vertakken van primaire, secundaire en tertiaire takken, ook wel genaamd takken van de 1e, 2e en 3e orde.

Als gemiddelde diameter, gemeten aan de plastic corrosiepreparaten, vonden zij voor de primaire, secundaire en tertiaire arteriën respectievelijk 3.0 mm, 2.0 mm en 0.7 mm; voor de venen respectievelijk 5.0 mm, 3.0 mm en 1.2 mm.

Het kaliber van de arteriën is evenredig met de grootte van het gebied dat ze verzorgen (Albano, 1931).

Volgens Boussin (1920) en Laux e.a. (1953) verlopen de arteriën en de venen in de chorionplaat niet steeds parallel; dit oordeel is in strijd met de waarneming van Fraser (1923), dat de venen de arteriën precies zouden volgen. Wilkin (1954) neemt aan, dat de venen grotendeels parallel verlopen aan de arteriën.

Boussin en Brindeau (1921), Fraser (1923) en Albano (1931) beschreven zowel anastomosen tussen de chorionarteriën onderling als tussen de chorionvenen onderling. Fournier (1932) beschreef zelfs arterio-veneuze anastomosen. Deze waarnemingen werden ontkend door Bacsich en Smout (1938), Wilkin (1954), Mayer c.s. (1956) en Crawford en Fraser (1956).

Zowel de chorionarteriën als de chorionvenen zouden takken afgeven, genaamd arteriae respectievelijk venae perforantes, die de chorionplaat doorboren en vervolgens overgaan in de daaronder aanwezige vaatstructuren van de cotyledonen (Boussin en Brindeau, 1921). Deze perforerende vaten splitsen zich niet alleen af van de tertiaire takken, zoals Romney en Reid (1951) menen, doch ook van de primaire en secundaire takken. Hierbij is het volgens Crawford en Fraser (1956) een gewoon verschijnsel dat één vertakking terstond uitmondt in een cotyledon, terwijl de andere zijn weg vervolgt en zich later splitst. Aldus ontstaat er volgens beide laatstgenoemde onderzoekers een concentrische distributie der cotyledonen.

Volgens de meeste auteurs wordt ieder cotyledon van bloed voorzien door slechts één arterie, die uitgaat van de chorionarteriën. Romney en Reid (1951) namen echter aan, dat het merendeel der randcotyledonen een dubbele arteriële voorziening heeft. Mayer c.s. (1956) hebben dit evenwel niet steeds gezien.

Crawford en Fraser (1956) zagen nimmer een dubbele arteriële voorziening van een randcotyledon.

Wilkin (1954) nam aan, dat er vaatjes voorkomen, die uitsluitend in de chorionplaat verlopen; Crawford en Fraser (1956) ontkenden dit ten enen male. Ieder vaatje, hoe klein ook, dat uitgaat van de chorionvaten, gaat volgens hen over in de cotyledonen.

Volgens Wilkin (1954) en Laux c.s. (1953) zouden vasa vasorum van de chorionvaten zijn aangetoond.

Over het voorkomen van kleppen in de chorionvaten lezen we bij Kovacs (1951) dat de chorionvenen sikkelvormige kleppen bevatten. Bartholomew (1947) gaf een beschrijving van sphinctervormige insnoeringen in de afvoerende venen; Stieve (1952) nam zowel in de grote chorionvenen als in de chorionarteriën bepaalde insnoeringen waar. Wilkin (1954) vond in zijn corrosiepreparaten geen vernauwingen in de chorionvenen.

Eigen werk

De chorionvaten van de 1e, 2e, 3e en eventueel ook die van de 4e orde hebben we bestudeerd met het blote oog of met behulp van een loupe (vergroting 2 maal); dit onderzoek hebben we verricht bij alle 65 preparaten, die wij opgespoten en gecorrodeerd hebben. Van deze preparaten zijn er 35 opgespoten met plastoid, een tamelijk dik-stroperige substantie, geschikt om de grovere vaatstructuren op te vullen; 30 preparaten werden opgespoten met het praepolymeer van T.N.O. dat tot in de kleinste capillairen doordringt.

Het verloop van de kleine vaatstructuren in de chorionplaat, zoals de, de chorionplaat voedende vaatjes en de „chorio-cotyledonaire“ vaatjes, hebben wij voornamelijk onderzocht bij de 30 met het praepolymeer van T.N.O. opgespoten preparaten, onder de binoculaire prepareermicroscoop, die tot 40 maal vergroot. Voor zover het ter verduidelijking der afbeeldingen nodig is zullen we de vergroting vermelden.

Wanneer de beide arteriae umbilicales en de vena umbilicalis de chorionplaat bereiken, gaan zij over in de zogenaamde arteriae en venae choriales. Deze vaten hebben een grotere doorsnede dan de navelstrengvaten; hun verloop wordt in zekere mate bepaald

door de plaats van insertie van de navelstreng in de placenta, een verband waarop wij nog nader zullen terugkomen.

Besteden wij onze aandacht allereerst aan de arteriële vaten. Wij zien, dat de beide arteriae umbilicales op de plaats van insertie van de navelstreng in de placenta een duidelijke anastomoserings tonen; wij konden die, behoudens in één geval, in al onze preparaten waarnemen; dit uitzonderingsgeval betrof een zeldzaam voorkomende vaatanomalie in de vorm van slechts één arteria umbilicalis.



Afb. 1. Anastomose (links onder het midden) tussen de beide arteriae umbilicales *).

De arteriële anastomose kan men soms ook enkele centimeters vóór of na de insertie van de navelstreng aantreffen. In de meeste gevallen zagen wij tussen beide arteriae een transversaal verlopend vat als verbindend stuk; soms werd daarentegen de communicatie tot stand gebracht door een laterale anastomose of wel door een totale overgang van beide vaten in elkander over een kortere of langere afstand. Zie afbeelding 1 als voorbeeld van een anastomose door versmelting van beide arteriae umbilicales. Het trans-

*) De foto's in dit proefschrift zijn verzorgd door de Heer A. R e i j n e n van de afdeling Medische Illustratie der R.K. Universiteit te Nijmegen.

versaal verlopend vat kan in lengte variëren van $\frac{1}{4}$ - $2\frac{1}{2}$ cm, de doorsnede kan gelijk zijn aan of kleiner dan die van de vaten die het verbindt. In drie van de 65 gevallen ontsproot er uit de transversale anastomose zelf een in het chorion verlopende tak. Afbeelding 2 geeft de verschillende vormen van anastomosering schematisch weer.

Na de anastomosering gaan de beide arteriae umbilicales gezamenlijk over in 2 tot 3 hoofdvaten of vaten van de 1e orde, die zich in hun verder verloop op dichotomische wijze verdelen in vaten van de 2e, 3e en eventueel van de 4e orde. In enkele gevallen werd reeds vóór de anastomose een zijtak afgesplitst naar de chorionplaat. Zie afbeelding 2.

De arteriae choriales lopen over de venae choriales heen; op deze regel komen echter wel uitzonderingen voor. In een groot aantal van onze preparaten zagen we dat een of meer veneuze takken van de 1e, 2e of 3e orde de overeenkomstige arteriële takken oppervlakkig kruisten.



Afb. 2. Verschillende vormen van anastomosen tussen de beide arteriae umbilicales *).

De gemiddelde doorsneden van de chorionvaten bedragen voor de arteriën van de 1e, 2e en 3e orde respectievelijk 4 mm, $2\frac{1}{2}$ mm en 2 mm; voor de venen van de 1e, 2e en 3e orde respectievelijk $5\frac{1}{2}$ mm, 4 mm en $2\frac{1}{2}$ mm.

Opvallend is dat de arteriële vaten een geslingerder verloop tonen dan de venen; hun verdeling over de chorionplaat is ook veel onregelmatiger. Vooral is dit het geval in placenta's waarin het aantal veneuze takken van de 1e orde opvallend groter is dan dat van de arteriële takken van dezelfde orde. We zien dan dat de arteriële takken van de 1e orde zich veel eerder dan de overeenkomstige veneuze takken verdelen in takken van de 2e en 3e orde, waarna ze zich in een sterk divergerend verloop over de placenta uitbreiden. Zie afbeelding 3.

Juist in deze gevallen is van een parallel verloop van arteriën en venen geen sprake. In de andere gevallen tonen de arteriën en de

*) De tekeningen in dit proefschrift zijn verzorgd door de Heer Chr. van Huijzen van de afdeling Medische Illustratie der R.K. Universiteit te Nijmegen.

venen meestal slechts over vrij korte afstanden een mooi parallel verloop. Hun ontmoeting geschiedt meestentijds pas bij de overgang in de cotyledonen.

De doorsnede van de arteriële vaten in de chorionplaat is in overeenstemming met de grootte van het te verzorgen deel van de placenta. Dit geldt zowel voor de takken van de 1e en 2e als voor die van de 3e orde.

De vena umbilicalis verdeelt zich op de plaats van insertie in 3 tot 4 hoofdvaten of veneuze takken van de 1e orde, die zich op



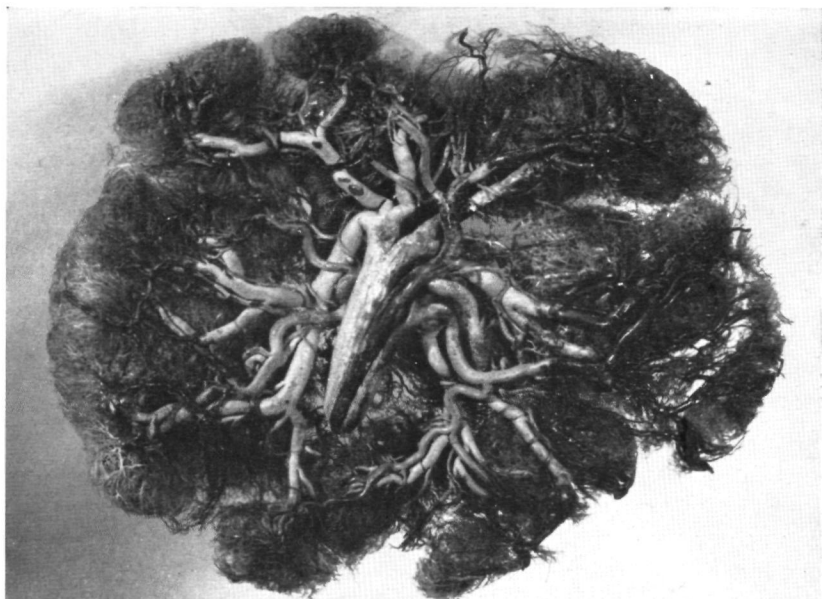
Afb. 3. Verloop van een arteria choralis (gearceerd) ten opzichte van venae choriales. Schematische tekening van detail corrosiepreparaat.

soortgelijke dichotomische wijze vertakken als de arteriële vaten. De veneuze vaten verlopen, behoudens enkele uitzonderingen, onder de arteriën. Hun verdeling over de placenta is regelmatig en hun verloop gestrekter, hetwelk de veneuze afvloed ten goede komt. Op afbeelding 4 zien we de grote veneuze chorionvaten, die door de minder omvangrijke arteriële vaten oppervlakkig worden gekruist.

De plaats van insertie van de navelstreng in de placenta is min of meer bepalend voor de wijze waarop de chorionvaten zich in de chorionplaat verspreiden. Aldus ontstaan er naar gelang van het verloop en de vertakking der chorionvaten verschillende typen. In

de beschrijving hiervan willen wij de indeling aanhouden van Shordania (1929). We onderscheiden de volgende typen:

- a. Type „dispersé”. De hoofdvaten, of vaten van de 1e orde, gaan na een kort verloop over in een groot aantal takken van de 2e orde, die een aanzienlijk kleiner kaliber hebben en zich onder scherpe hoeken afsplitsen. Deze vorm komt voor bij centrale insertie van de navelstreng.



Afb. 4. Overzicht verloop chorionvaten.

- b. Type „magistral”. De hoofdvaten, of vaten van de 1e orde, gaan pas na een lang verloop over in een geringer aantal takken van de 2e orde, waarvan het kaliber groter is dan bij het voorgaande type. De hoek waaronder deze takken afsplitsen is groter. Dit type zien we bij sterk excentrische insertie.
- c. Een gemengd type, als tussenvorm van beide voorgaande. Dit komt voor bij paracentrale insertie.

Hoewel het verloop van de chorionvaten in geval van centrale, paracentrale en laterale insertie van de navelstreng steeds centri-

fugaal is, zien we dit verloop niet steeds bij marginale en velamenteuze insertie; na een aanvankelijk centrifugaal verloop wenden de chorionvaten zich ook wel centripetaal, dus naar het midden van de placenta.

Van de chorionvaten van de 1e, 2e, 3e en 4e orde gaan vaten af, die de chorionplaat doorboren en daarna overgaan in de vaatboom van de cotyledonen; hierop zal in de volgende afdeling uitvoeriger worden ingegaan.

Deze, de chorionplaat doorborende, vaten noemt men met Boussin en Brindeau (1921) arteriae en venae perforantes of ook wel villositaire vaten van de 1e orde (Wilkin, 1954). Deze villositaire vaten ontspringen lateraal of onder uit het chorionvat en doorboren de chorionplaat op een loodrechte of schuine wijze. Als gemiddelde lengte van de villositaire vaten van de 1e orde vonden we 5-10 mm of meer, al naar gelang het aantal van hun windingen en de wijze waarop (recht of schuin) zij de chorionplaat en de subchoriale ruimte doorkruisten. De arteriae en venae perforantes ontspringen zowel uit de chorionvaten van de 1e, 2e, 3e als van de 4e orde. Hierbij is het een normaal voorkomend verschijnsel, dat bijvoorbeeld één tak van de 2e orde terstond geheel overgaat in een villositair vat, terwijl de andere nog verder doorloopt en zich tenslotte splitst in twee takken van de 3e orde.

Dat ieder cotyledon verzorgd wordt door slechts één arteriële villositaire tak van de 1e orde is geen regel waarop geen enkele uitzondering voorkomt. Wij zagen namelijk in 2 van onze 65 preparaten dat telkens één randcotyledon door 2 arteriële villositaire takken van de 1e orde werd verzorgd. Afbeelding 5 geeft een dergelijk randcotyledon weer, dat van bloed voorzien wordt door 2 arteriën, komend uit 2 verschillende chorionvaten. De veneuze afvoer vindt plaats via een vene, die tussen deze beide arteriën in ligt.

Behalve de anastomose tussen de beide arteriae umbilicales werden er door ons geen anastomosen van de arteriële vaten meer gevonden; ditzelfde geldt ook voor de veneuze vaten van de chorionplaat. Wij kwamen tot deze slotsom, nadat wij van een aantal placenta's de afzonderlijke takken van de chorionplaat met verschillend gekleurde plastic-oplossingen hadden opgespoten en noch tussen de arteriële vaten onderling, noch tussen de veneuze vaten

onderling enige communicatie hadden gezien, behalve dan natuurlijk de anastomose tussen de beide arteriae umbilicales.

Arterio-veneuze anastomosen vonden wij evenmin.

Bij het aandachtig bekijken van de chorionarteriën en de chorionvenen viel het ons op, dat er op geen enkele plaats insnoeringen waren te vinden, die erop zouden kunnen wijzen dat daar in de vaatwand bepaalde klepformaties of sphinctervormige structuren zouden zijn voorgekomen.



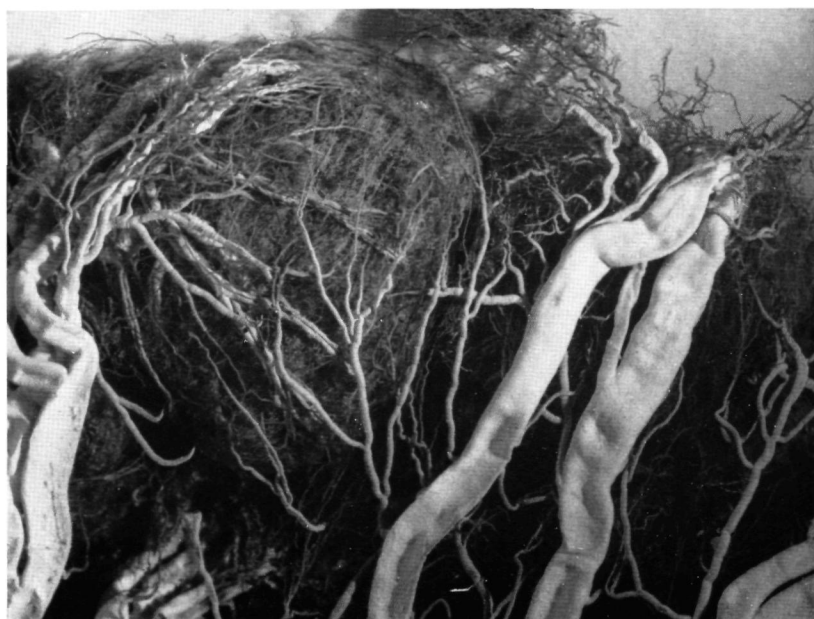
Afb. 5. Dubbele arteriële voorziening van een randcotyledon.

Schenken wij thans onze aandacht aan de kleine vaatstructuren in de chorionplaat.

In verschillende van onze preparaten vonden wij kleine, uit de grote chorionvaten ontspringende vaatjes, die na weinig vertakkingen te hebben afgegeven, uitlopen in lange gestrekte capillairen welke hun verloop vinden in het vlak van de chorionplaat tussen de chorionvaten. Nimmer zagen wij deze vaatjes overgaan in vlokcapillairen.

De uitbreiding van deze vaatjes is niet in iedere placenta even groot. Soms komen zij maar sporadisch voor.

Bovendien zagen wij vele vaatjes, eveneens uitgaande van de chorionvaten, die echter na een korter of langer verloop in de chorionplaat deze doorboren en daarna overgaan in een losmazig complex van vertakkende vaatjes, welke tenslotte overgaan in vlokcapillairen. Ieder afzonderlijk vaatje dat aldus uit een chorionvat ontspringt en even later de chorionplaat doorboort vormt een eigen af te grenzen eenheid van zich vertakkende vaatjes en vlokken; een dergelijke subchoriaal gelegen eenheid strekt zich gedeeltelijk uit over een of meer cotyledonen, gedeeltelijk in de



Afb. 6. „Chorio-cotyledonaire” vaatjes.

ruimte tussen twee cotyledonen. Deze „chorio-cotyledonaire” vaatjes vormen nu, samen met de vaatjes die ontspringen uit het verloop van het villositaire vat van de 1e orde, een gedeelte van het oppervlakkige vaatstelsel van een cotyledon; en wel meestal van een cotyledon dat uit een ander chorionvat is ontsprongen dan het onderhavige chorio-cotyledonaire vaatje. Op afbeelding 6 zien we links een cotyledon met de villositaire vaten van de 1e orde. Rechts op de foto zien we enkele kleine „chorio-cotyledonaire” vaatjes ontspringen uit een ander chorionvat dan waaruit de villosi-

taire vaten van de 1e orde van het linker cotyledon voortkwamen. Deze vaatjes leggen zich over het cotyledon links heen, zoals de foto duidelijk toont. Al deze afzonderlijke structuren anastomoseran niet met elkander, doch liggen wel innig met elkaar verweven. Op deze structuren komen wij in het volgende hoofdstuk nog terug.

Over het voorkomen van eventuele vasa vasorum kunnen we kort zijn; wij hebben deze namelijk niet kunnen aantonen. In ons materiaal treffen we slechts in één preparaat een deel van een chorionvene van de 1e orde aan, dat omwikkeld wordt door een



Afb. 7. Gedeelte van een vena choralis van de 1e orde (links boven het midden), omwikkeld door een chorionvaatje van arteriële oorsprong.

takje uitgaande van een naburige chorionarterie. Dit takje loopt echter als eindarterie uit in het naburige deel van de chorionplaat. Zie afbeelding 7.

Beschouwingen

Bij onze studie van de chorionvaten, hebben we een uitgebreid onderzoek verricht naar de anastomosering der beide arteriae umbilicales. Deze anastomosen hebben wij op één geval na, in al onze

preparaten kunnen aantonen; in dit uitzonderingsgeval kwam slechts één arteria umbilicalis voor. In een schematische tekening hebben we de vele anastomoseringsvormen der beide arteriae umbilicales weergegeven, zoals wij die in onze preparaten hebben gevonden. Wij zien hier een reeks van mogelijke anastomosen, waarvan drie hoofdvormen reeds dadelijk de aandacht vragen, te weten, een anastomosering door middel van een afzonderlijk vat, een laterale anastomose en een anastomosering door overgang van de beide vaten in elkander. De drie hoofdvormen, die Fournier (1932) heeft beschreven komen met de onze overeen.

Deze anastomose heeft volgens ons alleen praktische betekenis in geval er een obstructie of afklemming zou plaatsvinden in een van de arteriae umbilicales. In een dergelijke omstandigheid zal dan via deze anastomose de bloedvoorziening in stand worden gehouden van het gedeelte der placenta dat anders van bloed verstoken zou blijven.

Mocht evenwel om een of andere reden een oppervlakkig gelegen chorionarterie, die dus achter deze anastomose ligt, worden dichtgedrukt dan zal, daar er geen andere anastomosen voorkomen, het overeenkomstige placentagebied geen bloed meer ontvangen ondanks deze anastomose tussen de beide arteriae umbilicales.

In deze anastomose kunnen wij geen buffersysteem zien voor geval van drukverhoging in de uterus; Bacsich en Smout (1938) meenden dat dit de functie van deze anastomose zou zijn.

Het is ons gebleken dat er een bepaalde relatie bestaat tussen de plaats waar de navelstreng in de placenta is gehecht en de wijze van verloop en vertakking der chorionvaten. Hierdoor konden wij, de indeling van Shordania (1929) volgende, het merendeel van onze placenta's onderverdelen in drie groepen.

Door de geringe weerstandsfactor der vaten van het magistrale type (grote diameter, weinig vertakkingen, grote afsplitsingshoek) is het begrijpelijk dat de bloedsomloop in deze placenta's het gunstigst is.

De beschrijvingen over het verloop der chorionvaten welke wij in de literatuur hebben gevonden, komen in grote lijnen overeen met onze bevindingen. Toch moeten wij ten deze nog enkele opmerkingen maken. Wij zijn van mening dat het verloop der chorionarteriën niet altijd zo regelmatig is als men meestal aanneemt. Verder is ons gebleken dat de arteriën en de venen meestal maar

over vrij korte afstanden parallel verlopen en dat zij in de meeste gevallen pas bij de overgang in de cotyledonen elkaar ontmoeten.

De arteriae en venae perforantes, ook wel samen de villositaire vaten van de 1e orde genoemd, ontspringen lateraal of onder uit de chorionvaten van de 1e, 2e en 3e orde. Wij kunnen dus de opvatting van Romney en Reid (1951) die menen dat alleen de chorionvaten van de 3e orde in de cotyledonen overgaan, niet onderschrijven.

Het viel ons op dat in vele gevallen één vertakking van een chorionvat dadelijk overgaat in een cotyledon, terwijl de andere tak nog verder doorloopt en zich later splitst. In dit opzicht zijn wij het dus met Crawford en Fraser (1956) eens.

Wij hebben vervolgens medegedeeld dat er bepaalde vaatjes bestaan, door ons „chorio-cotyledonaire” vaatjes genoemd, die uitgaan van de chorionvaten en deel gaan nemen aan de opbouw van het periphere subchoriale gedeelte van het cotyledon. Zulk een „chorio-cotyledonair” vaatje, dat meestal overgaat in een cotyledon dat uit een ander chorionvat ontspringt dan dat waarvan het vaatje uitgaat, vormt met eerstgenoemd cotyledon geen anastomosen. Het mag dus niet beschouwd worden als een vaatje dat in geval van afsluiting van de hoofdvaten van een cotyledon de circulatie in dat gehele cotyledon zou kunnen onderhouden.

Zie voor de verdere beschouwing hierover blz. 74.

In slechts 2 van de 65 preparaten zagen wij telkens maar één randcotyledon met een dubbele arteriële voorziening. Wij beschouwen dit dus als een vrij zeldzame vondst en ontkennen de juistheid van de bewering van Romney en Reid (1951) als zouden de randcotyledonen voor het merendeel een dubbele arteriële voorziening hebben.

Behalve de anastomose tussen de beide arteriae umbilicales konden wij noch anastomosen van de chorionarteriën noch van de chorionvenen aantonen. Evenmin vonden wij arterio-veneuze anastomosen. Boussin en Brindeau (1921), Fraser (1923), Albano (1931) en Fournier (1932) zagen deze anastomosen wel. Dit vindt zijn verklaring in het feit dat zij zich van de minder geschikte röntgenologische techniek hadden bediend.

In onze preparaten zagen we geregeld vaatjes die in het vlak van de chorionplaat hun verloop vonden. Naar onze mening hebben deze vaatjes ongetwijfeld een functie in de voeding van de chorion-

plaat. Crawford en Fraser (1956) ontkennen het bestaan van deze vaatjes.

In geen van onze preparaten konden wij het bestaan van vasa vasorum aantonen. Het feit dat in een van onze preparaten een deel van een grote vene omwikkeld wordt door een klein takje van een naburige chorionarterie zou deze bewering in twijfel kunnen doen trekken. Dit vaatje is echter voor vasa vasorum te fors en bovendien blijkt het onder de vene over te gaan in de chorionplaat.

Wilkin (1954) en Laux e.a. (1953) beweren wel vasa vasorum te hebben gevonden. Wij hebben evenwel in hun werk geen afbeelding daarvan gezien.

Bepaalde vernauwingen of insnoeringen van de chorionvenen hebben wij in met plastoïd opgespoten preparaten niet gevonden. De intrekkingen in de chorionvaten op afbeelding 6 en 7 komen op rekening van het plastic. In deze preparaten hebben we namelijk de dun vloeibare plastic-oplossingen gebruikt, die dus meer krimpen dan het dikkere plastoïd. Hiermede ontkennen wij evenwel niet het mogelijke bestaan van sikkelvormige kleppen en sphinctervormige insnoeringen in de venawand, zoals Kovacs (1951) en Bartholomew (1947) die hebben aangetoond in de chorionvenen.

Conclusies

De betekenis van de vrijwel constant voorkomende anastomose tussen de beide arteriae umbilicales ligt in de functie, welke zij gaat vervullen als één der beide arteriae umbilicales zou worden dichtgedrukt.

Het verloop en de vertakkingswijze van de chorionvaten wordt tot op zekere hoogte bepaald door de plaats van insertie van de navelstreng in de placenta.

Behalve de genoemde anastomose tussen de beide arteriae umbilicales komen in de chorionvaten geen arteriële of veneuze anastomosen, noch anastomosen tussen arteriën en venen onderling voor.

De villositaire vaten van de 1e orde, die in het cotyledon overgaan, ontspringen zowel uit de primaire, secundaire als tertiaire choriontakken.

De „chorio-cotyledonaire” vaatjes hebben aandeel aan de vorming van het subchoriale deel van het cotyledon.

Een dubbele arteriële voorziening van een randcotyledon is een vrij zeldzame anomalie; slechts in 2 van de 65 preparaten werd een randcotyledon gevonden met een dubbele arteriële voorziening.

De chorionplaat wordt door afzonderlijke vaatjes gevoed.

Vasa vasorum komen niet voor.

In de corrosiepreparaten lijken in de chorionvenen geen insnoeringen te bestaan.

De vaten van de cotyledonen

Literatuuroverzicht

In het voorgaande hebben wij een uitvoerige beschrijving gegeven van het verloop der chorionvaten. Wij hebben daarin tevens de wijze en plaats van oorsprong besproken van de vaten die de chorionplaat doorboren, en daarna overgaan in het vaatcomplex der cotyledonen.

Met uitzondering van enkele onderzoekers, onder wie Lemtis (1955), is men het er in de literatuur wel over eens dat ieder cotyledon wordt verzorgd door één, bij hoge uitzondering twee, arteriële en één, soms twee, veneuze hoofdvaten of villositaire vaten van de 1e orde.

Over het verloop en de vertakkingswijze van de arteriële en veneuze vaten in de cotyledonen bestaan echter fundamentele meningsverschillen.

Bumm (1890, 1893) ziet het vaatstelsel van een cotyledon als een boom, waarvan de stam, die ontspruit uit de chorionplaat, zich spoedig verdeelt in een aantal divergerende takken, die zich min of meer regelmatig dichotomiseren. Enkele van deze vaten hechten zich in de basale plaat. Ieder cotyledon beschouwde hij als een afzonderlijk stroomgebied.

Boussin en Brindeau (1921) zagen de arteriële hoofdvaten na een kort verloop overgaan in een groot aantal takken, die gezamenlijk de vorm aannamen van een bol, een mand of, minder dikwijls, van een kwast. De takken anastomoseerden onderling sterk.

Fraser (1923) die het in grote trekken met de voorgaande schrijvers eens was, legde er de nadruk op dat de arteriae perforantes snel in diameter zouden afnemen.

Het uiteenvallen van de hoofdvaten in een bundel kleine vaatjes gaat volgens Fournier (1932) niet zo abrupt als Boussin en Brindeau dit voorstelden. Op doorsnede heeft volgens Fournier het vaatstelsel van een cotyledon de vorm van een omgekeerde kruin van een boom. Fournier wees tevens op het bochtig verloop van de arteriae en venae perforantes en op het in grote getale voorkomen van anastomosen.

Kearns (1934) vond in hoofdzaak hetzelfde als de voorgaande onderzoekers.

Spanner (1935, 1936) bracht een ommekeer in de opvatting over het vaatverloop der cotyledonen. Volgens de onderzoekers vóór hem was het vaatverloop in een cotyledon min of meer te vergelijken met een omgekeerde boom; Spanner echter stelde zich dit vaatverloop voor als een kroonluchter, zodat wij volgens hem het verloop van de vaten der cotyledonen hiermede moeten vergelijken. Volgens hem is ieder cotyledon samengesteld uit een hoofdtak die naar de basale plaat loopt; deze laatste bestaat uit trophoblastweefsel dat geleidelijk in de decidua overgaat. In de basale plaat, die eigenlijk het overgangsgebied vormt van het foetale in het maternale weefsel in de placenta, zou deze hoofdtak zich splitsen in een aantal secundaire takken, chorio-deciduale vaten genaamd, die terugbuigen in de richting van de chorionplaat. Van deze vaten uit komen weer meer vertakkingen, die eerst een eindweegs in de richting van de basale plaat lopen en dan weer om buigen in de richting van de chorionplaat.

Stieve (1935) is het niet eens met Spanners voorstelling van de vertakkingswijze. Volgens deze auteur splitst een hoofdtak zich direct onder de chorionplaat in meer takken, die echter nooit in de decidua dringen; anders gezegd er zouden geen chorio-deciduale vaten bestaan. De talrijke zijtakjes die van de vrij grote vaten uitgaan vormen samen een netwerk van anastomoserende vaatjes, aldus Stieve.

In de literatuur van de laatste jaren houden eigenlijk alleen Romney en Reid (1951) nog enigszins vast aan de opvattingen, die Spanner heeft over de vertakkingswijze der vaten van de cotyledonen. In een fotografische afbeelding die Romney en Reid van een cotyledon gaven, zien we de structuur zoals Spanner die beschreef min of meer terug.

Romney en Reid besteedden vervolgens bijzondere aan-

dacht aan het spiraalvormig verloop van de hoofdvaten der cotyledonen.

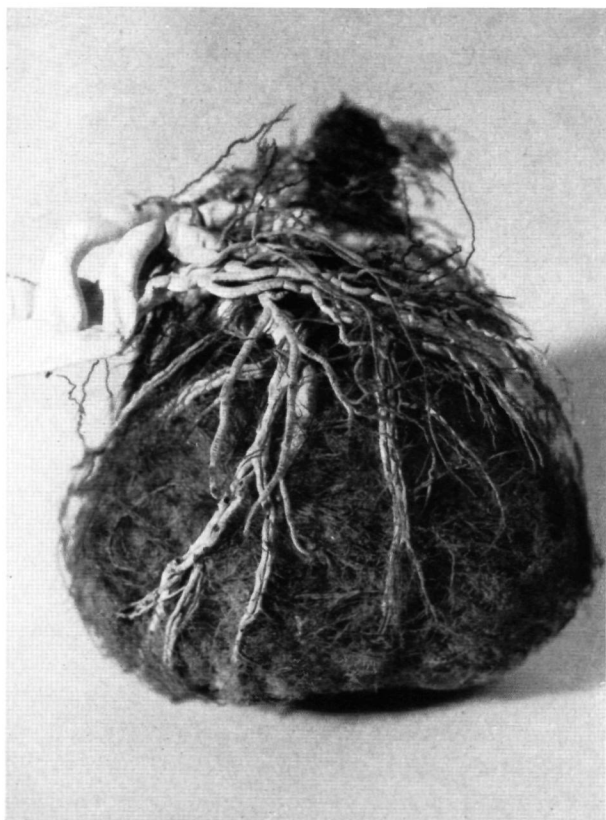
De arteriën, die zich als zijtakken van de grote vaten in de cotyledonen afsplitsen hebben volgens Bøe (1953) een ander verloop dan de overeenkomstige venen. Deze arteriële zijtakken tonen namelijk over het algemeen een gestrekt verloop, parallel aan de stamvaten waaruit ze ontspringen. Ze lopen een eindweegs in de richting van de basale plaat of de chorionplaat alvorens ze via de eindvaten overgaan in de vlokken. De veneuze zijtakken daarentegen lopen rechtstreeks naar de stamvenen.

Belangrijk is het onderzoek van Wilkin (1954). Het vaatverloop in een cotyledon beschrijft deze als volgt: De villositaire stam van de 1e orde gaat reeds na 5-7 mm over in de vaten van de 2e orde, die parallel lopen aan de chorionplaat. Van hieruit ontspringen weer de vaten van de 3e orde, die onderling parallel verlopend, in een rechte of iets convexe lijn naar de basale plaat gaan. Ze rangschikken zich hierbij om een mediane as in de vorm van een trommel. Na hun insertie in de trophoblast van de basale plaat (couronne d'implantation) buigen ze naar boven in de richting van de chorionplaat, en geven tijdens dit ascenderende verloop vele eindtakjes af. De takken van de 3e orde splitsen multi-pele collateralen af.

Deze bevindingen werden bevestigd door Thoyer e.a. (1956), Palliez e.a. (1956) en Mayer e.a. (1956), die hun onderzoekingen, evenals Wilkin, bij gecorrodeerde placenta's verrichtten, welke te voren met een plastic-oplossing waren opgespoten.

Crawford en Fraser (1956), die volgens de „digestive technique" te werk gingen (zie „Methode van onderzoek", blz. 32) kwamen tot een geheel andere opvatting over de bouw der cotyledonen. Wilkin zag bij uitzondering dat een cotyledon opgebouwd was uit enkele kleinere cotyledonen; Crawford en Fraser meenden daarentegen dat een groot cotyledon bestaat uit een aantal subcotyledonen, die hun oorsprong zouden vinden in laterale takken, die van het grote hoofdvat uitgaan. Enkele van deze subcotyledonen zouden stevig in de decidua verankerd liggen en zorg dragen voor het fixeren van de placenta in de uteruswand. Nooit zagen Crawford en Fraser een fixerende stam uit de decidua opstijgen in de richting van de chorionplaat, zoals Span-

ner (1936) en Wilkin (1954) dit beschreven. Aan de periferie van de placenta bevindt zich volgens Crawford en Fraser een krans van fixerende cotyledonen, die door middel van een grens van decidua-weefsel van de overige cotyledonen zijn gescheiden.



Afb. 8. Corrosiepreparaat van een volledig opgespoten cotyledon. Op zij gezien.

Eigen werk

Het onderzoek naar het vaatverloop der cotyledonen hebben we verricht bij placenta's opgespoten of met plastoid of met het praepolymeer van T.N.O. De grovere vaatstructuren, zoals de villositaire vaten van de 1e, 2e en 3e orde, hebben we bij alle

65 placenta's bestudeerd. De kleinere vaatstructuren onderzochten we bij 30 met het praepolymeer van T.N.O. opgespoten placenta's, daar deze plastic-oplossing tot in de kleinste capillairen dringt. Wat met het blote oog of binoculaire loupevergroting (2 maal) niet duidelijk viel waar te nemen onderzochten we onder de binoculaire prepareermicroscoop (tot een vergroting van 40 maal).

Voor zover het voor het juist interpreteren der afbeelding van belang is, hebben we de vergroting onder de afbeelding aangegeven.

De insertie van de chorio-deciduale vaten in de basale plaat en de vergroeiing der vlokken met de trophoblast van de basale plaat werden door middel van gewone microscopische coupes bestudeerd.

Wanneer wij een met plastic-oplossing opgespoten en gecorrodeerd preparaat bekijken aan de moederlijke zijde, dus daar waar de placenta is gefixeerd in de trophoblast van de decidua, blijkt dat de placenta verdeeld is in een aantal duidelijk van elkander af te grenzen kwabben, cotyledonen genaamd. Deze cotyledonen zijn vrij gemakkelijk van elkander te scheiden en blijken bij nader onderzoek tamelijk vast van structuur te zijn, hetwelk dus wijst op een vrij compact complex van vaten en capillairen.

Bezien wij het corrosiepreparaat van een volledig opgespoten cotyledon, dit wil zeggen een cotyledon waarin de fijnste vaatstructuren volkomen met het praepolymeer van T.N.O. zijn gevuld, dan zien we dat het basale vlak een convexe ronding heeft ter aanpassing aan de ronding van de uterus. De beide opgaande zijden van het cotyledon, die eveneens convex zijn, gaan ten slotte na een gedeeltelijk horizontaal verloop over in de stamvaten, die uitgaan van de chorionvaten (zie afbeelding 8). Het basale vlak van een volledig opgespoten en gecorrodeerd cotyledon toont geen hiaat, noch aan de rand, noch in het centrum van het basale vlak (zie afbeelding 9).

Zoals we verder zullen zien wijkt de vorm van het corrosiepreparaat van een onvolledig opgespoten cotyledon in vele opzichten af van een cotyledon dat volledig is opgespoten.

De verschillende cotyledonen sluiten nauw tegen elkander aan, zowel in het midden als in het laterale deel van de placenta.

Het aantal cotyledonen is gemiddeld 20-30. Niet alle cotyledonen zijn even groot; zij laten zich naar hun grootte rangschikken

in drie groepen, te weten de grote, de middelgrote en de kleine cotyledonen, met respectievelijk doorsneden van het basale vlak van $6\frac{1}{2}$ cm, $4\frac{1}{4}$ cm en $1\frac{1}{2}$ cm. De meeste cotyledonen behoren tot het middelgrote type, weinig tot het kleine en slechts enkele tot het grote. De verdeling van deze, in grootte verschillende, cotyledonen over de placenta is geheel willekeurig, in die zin dat een groot cotyledon zowel lateraal als mediaal kan voorkomen.

Over het algemeen kan men zeggen dat er evenveel cotyledonen zijn als villositaire stammen van de 1e orde, met uitzondering van



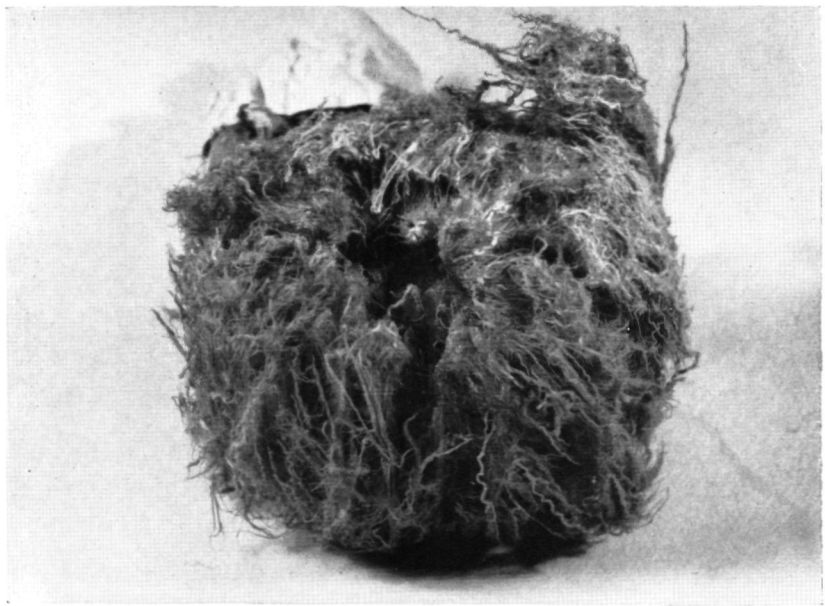
Afb. 9. Corrosiepreparaat van een volledig opgespoten cotyledon. Basaal vlak.

die gevallen, waarin er sprake is van een dubbele arteriële voorziening van een randcotyledon, zoals in het voorgaande is besproken, en van de gevallen die weliswaar niet geregeld voorkomen, waarin een groot cotyledon in wezen is samengesteld uit 2, ten hoogste 3 cotyledonen. Dit samengesteld zijn is afhankelijk van het aantal grote vertakkingen, waarin zich de villositaire stam van de 1e orde zelf al splitst. Ook een groot villositair vat van de 2e orde kan oorsprong geven aan een afzonderlijk cotyledon.

Deze samengestelde cotyledonen, laten evenals alle andere

cotyledonen, het verloop van hun grote vaten pas duidelijk kennen wanneer de placenta vóór de corrosie onvolledig wordt opgespoten. In een dergelijk geval kan men gebruik maken van een minder dun vloeibare plastic-oplossing, zoals plastoïd, daar men immers de capillairen niet behoeft op te vullen.

Bij het bestuderen van het verloop der grote vaten in het cotyledon hebben we dan ook van de corrosiepreparaten van onvolledig opgespoten cotyledonen gebruik gemaakt. Men dient er dan echter ter dege rekening mede te houden dat het corrosie-



Afb. 10. Corrosiepreparaat van een onvolledig opgespoten cotyledon. Basaal vlak.

preparaat van een onvolledig met plastoïd opgespoten cotyledon duidelijk verschilt van dat van een cotyledon hetwelk volledig met het praepolymeer van T.N.O. is opgespoten.

Het corrosiepreparaat van een onvolledig opgespoten cotyledon is los van structuur, de meeste van deze preparaten tonen in het centrum van het basale vlak een hiaat en zijn in het midden min of meer hol (zie afbeelding 10). Het corrosiepreparaat van een volledig opgespoten cotyledon is blijkens onze bevindingen vast

van structuur en op doorsnede massief, dus zonder holtevorming (zie afbeelding 11). Het basale vlak toont geen centraal hiaat (zie afbeelding 9). Vele onderzoekers zijn alleen uitgegaan van corrosiepreparaten die, naar achteraf bleek, onvolledig waren opgespoten; hierdoor kregen zij een onvolledig en op verschillende punten on-



Afb. 11. Corrosiepreparaat van een volledig opgespoten cotyledon. Doorsnede.

juist inzicht in het vaatverloop en de vaatverhoudingen der cotyledonen.

Ieder cotyledon wordt blijkens ons onderzoek van bloed voorzien door middel van één, bij grote uitzondering twee villositaire arteriën van de 1e orde en heeft zijn afvoer via één, soms twee villositaire venen van de 1e orde. Op afbeelding 13 ziet men duide-

lijk twee villositaire venen en een villositaire arterie van de 1e orde overgaan in het vaatcomplex van een onvolledig opgespoten en gecorrodeerd cotyledon. Deze villositaire vaten van de 1e orde takken zich af van de chorionvaten, zoals dat in het voorgaande is beschreven. Zowel de arterie als de vene komen in kaliber overeen met de grootte van het te verzorgen cotyledon. Hun gemiddelde diameter bedraagt voor de arterie $1\frac{1}{2}$ mm, voor de vene 2 mm.

De lengte van deze villositaire vaten is afhankelijk van de omstandigheid of zij de chorionplaat en de subchoriale ruimte recht of schuin doorlopen. In het laatste geval zijn zij natuurlijk het langst. Gemiddeld vonden wij een lengte van 5-10 mm; soms van meer.

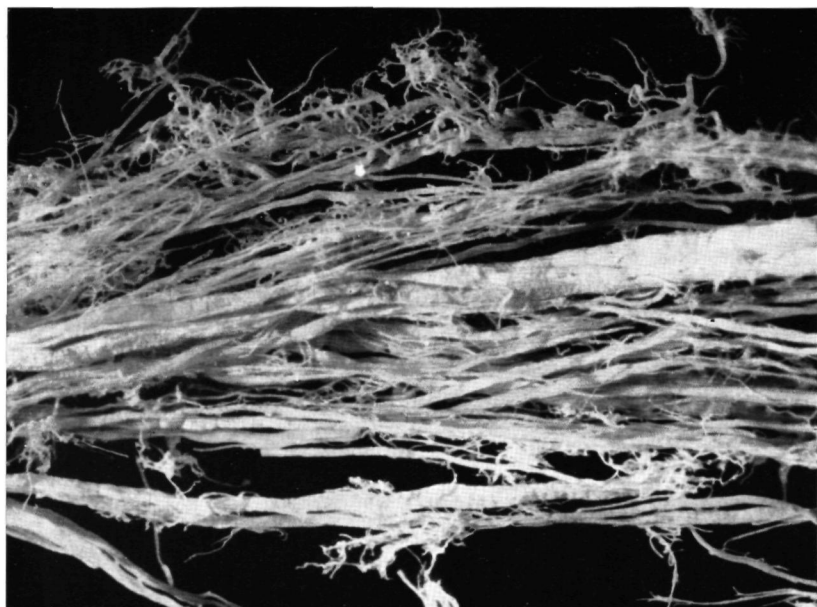
In tegenstelling tot de chorionvaten lopen de villositaire arterie en vene van de 1e orde in elkanders onmiddellijke nabijheid.

Daar Romney en Reid (1951) in hun artikel bijzondere aandacht hebben besteed aan het spiraalvormig verloop van de villositaire arterie van de 1e orde, hebben ook wij bij ons materiaal op dit punt een onderzoek ingesteld. Niet bij alle arteriën konden wij dit spiraalvormig verloop aantonen. Het aantal windingen bedroeg meestal 1 tot 2, soms meer. De arterie verloopt hierbij meestal, dus niet altijd, om de vene en herhaaldelijk zagen wij ook in de vene zelf een of twee windingen. Dit spiraalvormig verloop is niet altijd even sterk.

Een villositaire stam van de 1e orde geeft in zijn verloop, vooral in de nabijheid van de plaats waar hij in het te verzorgen cotyledon overgaat, een aantal vaatjes af, die onder een rechte hoek uit treden, zich over dit cotyledon heen leggen en er dus deel van uitmaken. Deze vaatjes vertakken zich rijkelijk in onderling parallel verloopende vaten die hoofdzakelijk in één vlak liggen. Zie afbeelding 12. Deze vaten die arm aan vlokken zijn, bereiken de basale plaat niet en kunnen dus niet meewerken bij de fixatie van de placenta in de trophoblast van de decidua. Over deze vaatstructuur heen, en daarmee verweven, bevinden zich dan weer de „chorio-cotyledonaire” vaten die hun oorsprong vinden in de chorionvaten (zie blz. 50 en afbeelding 6). Deze „chorio-cotyledonaire” vaten die niet steeds in iedere placenta worden gevonden kunnen soms bijzonder sterk ontwikkeld zijn; dit komt natuurlijk ook tot uitdrukking in hun complex van vertakkingen en vlokken, zelfs zo dat wij kunnen gaan spreken van subcotyledonen,

die van het eigenlijke cotyledon zijn te onderkennen. Ons begrip subcotyledon is niet identiek aan dat van Crawford en Fraser (1955, 1956).

De villositaire stam van de 1e orde gaat 5-10 mm na zijn oorsprong over in een wisselend aantal vaten, meestal 4-8, die een horizontaal verloop hebben, dus evenwijdig aan de chorionplaat. Deze vaten noemen we in navolging van Wilkin villositaire vaten van de 2e orde. Deze vaten, waarvan de gemiddelde doorsnede 1 mm bedraagt buigen na een horizontaal verloop, waarvan



Afb. 12. Villositaire vaten in het periphere gedeelte van een cotyledon. (Vergr. 9 x.)

de lengte wisselt al naar gelang van de grootte van het cotyledon, om in de richting van de basale plaat en heten dan villositaire vaten van de 3e orde. Doch ook van het gehele horizontaal verlopende deel van het villositaire vat van de 2e orde gaan vaten uit naar de basale plaat. Hun aantal per cotyledon bedraagt ongeveer 20-60, met een diameter van 0,1-0,6 mm en een lengte van 15-25 mm.

Op afbeelding 13 zien we de villositaire vaten van de 1e orde overgaan in horizontaal verlopende vaten van de 2e orde, die op

hun beurt de villositaire vaten van de 3e orde afsplitsen, welke in de richting van de basale plaat lopen.

Al deze villositaire vaten laten zich het beste bestuderen bij de slechts met weinig plastoïd opgespoten placenta. Het nadeel van deze werkwijze is evenwel dat door de onvolledige vulling van de cotyledonen de vorm van het gecorrodeerde preparaat wel enigszins afwijkt van die van een normaal of volledig opgespoten en gecorrodeerd cotyledon. Onder meer valt het ons dan op, dat het matig opgespoten en gecorrodeerde cotyledon, zoals reeds eerder



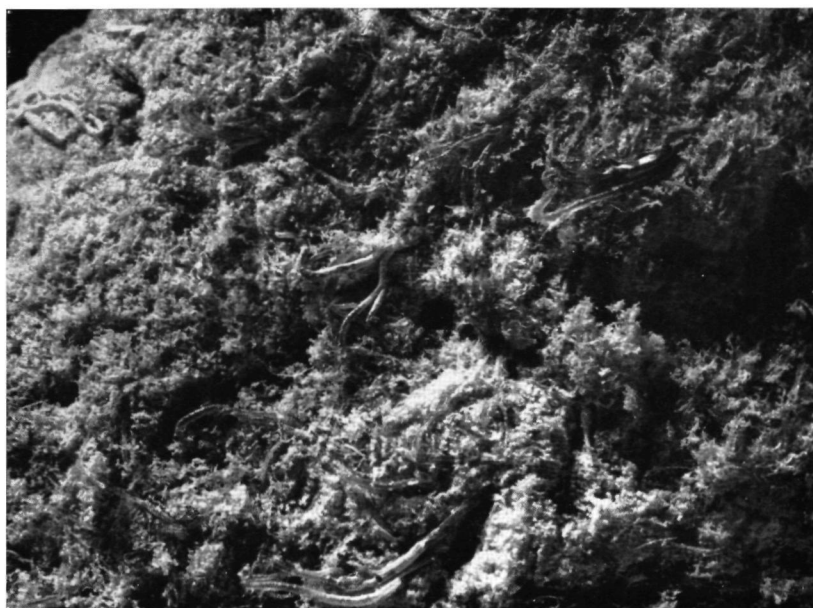
Afb. 13. Grove vaatstructuur van een cotyledon.

vermeld, een centraal hiaat aan de basis toont en binnenin soms een zekere holtevorming heeft. Dit is niet storend voor de bestudering der afzonderlijke vaten, doch wel om een inzicht te krijgen in de onderlinge verhouding en bundeling der vaten. Bekijken we namelijk de basis van een dergelijk cotyledon dan zien we dat de villositaire vaten van de 3e orde als het ware in een krans om het centrale hiaat heen zijn gerangschikt (zie afbeelding 10).

De villositaire vaten van de 3e orde blijken een eindweegs in de trophoblast van de basale plaat te verlopen; aldus verlenen zij

hun medewerking aan het fixeren van de placenta; daarna vervolgen zij hun verloop in de richting van de chorionplaat.

Bekijken we daarentegen een volledig opgespoten en gecorrodeerd cotyledon aan de basale zijde, zo valt het ons op dat de villositaire vaten van de 3e orde, die als vaatlussen tussen de massa

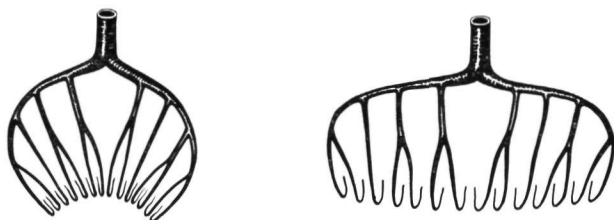


Afb. 14. Basaal vlak van een cotyledon met
chorio-deciduale vaten. (Vergr. 3,7 x.)

van vlokcapillairen duidelijk te zien zijn (zie afbeelding 14) over het gehele basale vlak van het cotyledon gelijkelijk verdeeld zijn; men vindt ze dus ook in het centrale gedeelte van het basale vlak, waarin hier geen hiaat voorkomt. De villositaire vaten van de 3e orde bewerken dus onder het gehele basale vlak van het cotyledon de fixatie daarvan.

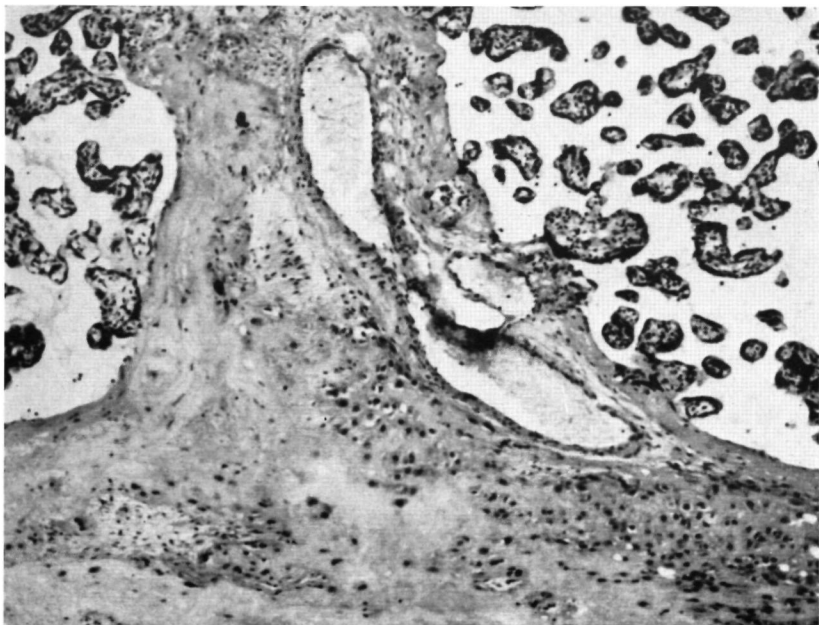
Dit verschil in verdeling van de villositaire vaten van de 3e orde in een cotyledon dat volledig is opgespoten en gecorrodeerd en een dat voor het corroderen slechts onvolledig werd opgespoten vindt zijn oorzaak in het volgende verschijnsel (zie afbeelding 15). In het onvolledig opgespoten gecorrodeerde cotyledon hebben de villositaire vaten van de 3e orde de neiging door de geringe op-

vulling van dat cotyledon sterker dan normaal met hun uiteinden naar het midden te buigen. Hierdoor komen de buitenste vaten dan dieper onder het basisvlak te liggen dan de meer centrale vaten; de laatstgenoemde vinden hun verloop zelfs boven het basisvlak. Aldus ontstaat de kransvorm om een centraal hiaat, een vorm die



Afb. 15. Schema van verloop villositaire vaten in het corrosiepreparaat van een onvolledig (links) en volledig (rechts) opgespoten cotyledon.

verdwijnt, wanneer het cotyledon meer wordt „uitgetrokken” en het patroon aanneemt van een volledig opgespoten gecorrodeerd cotyledon, waarbij dus ook de centraal gelegen villositaire vaten van de 3e orde het basale vlak bereiken.



Afb. 16. Een chorio-decideaal vat. Kleuring: H.E. (Vergr. 49,6 x.)

De villositaire vaten van de 3e orde die een enigszins convex gebogen verloop tonen, met hun uiteinden even naar centraal binnen gericht, kunnen we verdelen in 2 typen. Vooreerst de vaten die de basale plaat bereiken. Deze verlopen, zoals boven beschreven, slechts kort in de trophoblast van de basale plaat en buigen dan weer om in de richting van de chorionplaat (zie afbeelding 16). Het merendeel van de villositaire vaten van de 3e orde, die tot dit type behoren noemt men daarom chorio-deciduale vaten. Verder



Afb. 17. Een arterieel (onder) en veneus (boven) villositair vaatje, die aan hun uiteinden (rechts) ombuigen. (Vergr. 24 x.)

onderscheiden we vaten, welke de basale plaat niet bereiken. Deze buigen al in het cotyledon zelf om in de richting van de chorionplaat. Zie hiervoor afbeelding 17, waarop zowel de arterie (onder) als de vena (boven) staat afgebeeld. Behalve een slechts klein gedeelte van de villositaire vaten van de 3e orde dat tot dit type behoort, moet men het merendeel van de zijtakken dezer vaten hiertoe rekenen.

De chorio-deciduale vaten bereiken de trophoblast van de basale

plaat en buigen hierin, met een ronde of scherpe knik, om in de richting van de chorionplaat. De lengte van dit ascenderende deel is wisselend en kan soms ruim de helft van het descenderende gedeelte bedragen; dit deel loopt uit in een aantal terminale vaten die aanmerkelijk geringer in diameter zijn. Deze terminale vaten gaan tenslotte over in een complex van vlokcapillairen.

Op de betekenis van de chorio-deciduale vaten in verband met de fixatie van de placenta komen we nog terug.

Afbeelding 14 geeft een detail weer van het basale vlak van een cotyledon. Duidelijk zien we hier de chorio-deciduale vaatlussen, die in situ in de trophoblast van de basale plaat insereren, onder het basale vlak uitkomen.

De villositaire vaten van de 3e orde nemen tijdens hun verloop naar de basale plaat maar weinig in diameter af.

De villositaire arteriën van de 3e orde, waartoe dus ook de chorio-deciduale arteriën behoren, splitsen een beperkt aantal takken af. Het is opvallend dat deze zijtakken perfect parallel verlopen met het vat, waaruit ze zijn ontsprongen. Zij treden namelijk grotendeels loodrecht uit dat vat en buigen dan direct om in de richting van de chorionplaat of in die van de basale plaat of in deze beide richtingen, zodat zij dus met het vat van oorsprong een U- of een T-figuur vormen. Deze zijtakken geven op hun beurt weer takken af, die na een korter of langer parallel verloop tenslotte in horizontale richting ombuigen en zo verder lopen. Dikwijls splitst een dergelijke zijtak zich vorksgewijs in 2 takken die beide parallel in een bepaalde richting gaan.

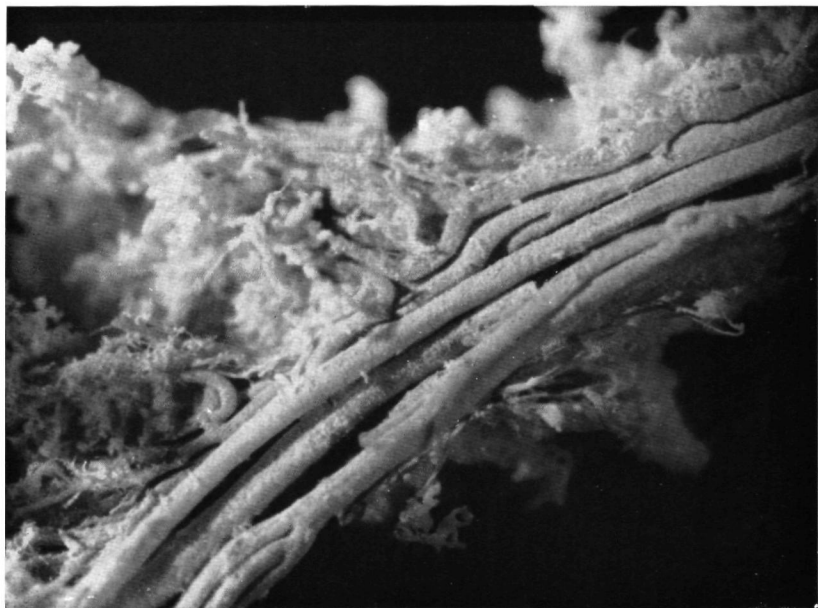
Voor de venen geldt een zelfde vorm van verloop en splitsing als voor de arteriën. Zij zijn evenwijdig met de overeenkomstige arteriën. Op deze wijze ontstaat er een duidelijke bundeling van de villositaire vaten van de 3e orde en hun vrij grote zijtakken.

Deze bundeling is sterker naarmate deze vaten meer in het centrum van het cotyledon zijn gelegen (zie afbeelding 18); aan de periferie van het cotyledon komt deze bundeling nagenoeg niet voor. Zie afbeelding 12.

Vergelijken we de diameter van de grote zijtakken met die van het vat van oorsprong, dan treft het ons, dat deze onderling maar weinig verschillen. Dit is echter anders bij de zeer vele takjes die van deze zijtakken uitgaan. Deze takjes verschillen namelijk aanzienlijk in diameter met de zijtakken.

Op afbeelding 19 zien we een voorbeeld van de vertakkingswijze van een zijtakje van een villositaire arterie van de 3e orde. De verschillende kleine takjes, op de afbeelding duidelijk te zien, dragen uiteindelijk de terminale vaatjes.

Hoewel de arteriële en veneuze vaten van het cotyledon parallel verlopen behoeft dit toch enige toelichting. De veneuze afvoer van een bepaald gebied gaat langs wegen, welke korter zijn dan die, waarlangs de arteriële aanvoer geschiedt. Dit houdt in, dat een be-



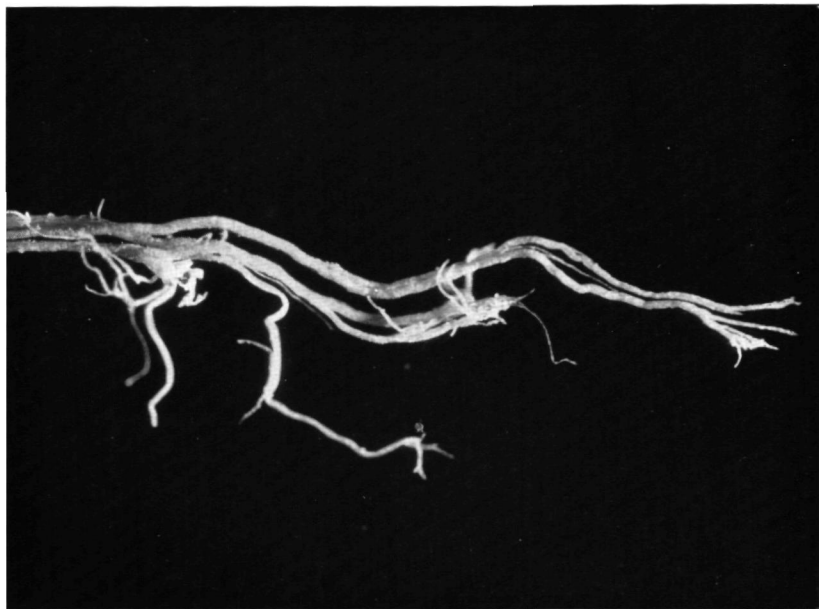
Afb. 18. Villositaire vaten in het centrale gedeelte van een cotyledon (Vergr. 15 x.)

paald veneus zijtakje uit een bepaald gebied na een kort verloop de grotere verzamelvene zal bereiken. Een arterieel zijtakje ontspringt evenwel hoog in het cotyledon uit een grotere arterie en heeft dus een lang verloop naar het te verzorgen gebied. Dit beeld is echter niet overal even duidelijk en waarschijnlijk geldt deze regel niet algemeen.

De steeds weer zich sterker vertakkende zijtakken van de villositaire vaten van de 3e orde geven rijkelijk veel terminale vaatjes af, die in alle richtingen verlopen. Deze terminale vaatjes vallen nog

niet onder de orde van capillairen; van deze terminale vaatjes gaan tenslotte de capillairen uit, die in de vlokken de typische capillairstructuren vormen. Hierover komen wij verder op uitvoeriger te schrijven.

Wanneer we afzonderlijke villositaire vaten van de 1e orde met verschillend gekleurde plastic-oplossingen opspuiten en na corrosie de grensgebieden van de verschillende cotyledonen aandachtig beschouwen dan blijkt duidelijk dat er tussen de aan elkander



Afb. 19. Uiteinde van een zijtakje van een villositaire arterie van de 3e orde. (Vergr. 19,5 x.)

grenzende cotyledonen geen enkele communicatie bestaat door middel van anastomoserende vaten of vaatjes.

Doch ook in de cotyledonen zelf troffen wij geen anastomosen aan tussen de afzonderlijke arteriële vaten en de afzonderlijke veneuze vaten. Om in deze zekerheid te krijgen moesten wij het verloop der vaten nauwkeurig volgen.

Wij hebben een dertigtal cotyledonen via de stamarterie opgespoten met het praepolymeer van T.N.O. totdat dit terugliep in de stamvene. Na corrosie van deze preparaten bleek dat verscheiden

daarvan nog niet volledig waren opgespoten, hoewel de stamvenen reeds gedeeltelijk gevuld waren. Bij nader onderzoek konden we echter geen arterio-veneuze anastomosen aantonen (hiermede bedoelen wij niet de arterio-veneuze anastomosen in het paravasculaire capillairnetwerk). Wel vonden wij steeds bepaalde gebieden in het cotyledon, waarvan de capillairen volledig gevuld waren en het circuit arterie-capillair-vene compleet was.

Sphinctervormige insnoeringen in de villositaire vaten hebben wij niet gevonden (zie afbeelding 18).

Beschouwingen

Bij ons onderzoek naar het vaatverloop en de onderlinge vaatverhoudingen in het cotyledon maakten wij gebruik van twee soorten cotyledonen; en wel de cotyledonen die voor de corrosie onvolledig en die welke volledig waren opgespoten. In het eerste geval spoten we de placenta alvorens deze te corroderen op met plastoïd, dat niet in de kleinste vaatjes is te brengen; in het tweede geval gebruikten we het praepolymeer van T.N.O. dat de capillairen wel volledig opvult.

Het onvolledig opgespoten en gecorrodeerde cotyledon is los van structuur, van binnen min of meer hol en toont in de basale vlakte duidelijk een opening, waaromheen de uiteinden van de villositaire vaten van de 3e orde gerangschikt zijn. Deze cotyledonen zijn bij uitstek geschikt om de grovere vaatstructuren te bestuderen.

In deze cotyledonen zien we onder andere duidelijk dat slechts de uiteinden van de villositaire vaten van de 3e orde retrograad verlopen in de richting van de chorionplaat. De opvatting van Spanner (1936), die aannam dat het de takken van de vaatstam zelf zijn, die retrograad verlopen (kroonluchter) is naar onze mening dus niet juist.

Het volledig opgespoten en gecorrodeerde cotyledon daarentegen toont een geheel ander aspect. Dit cotyledon is veel vaster van structuur, heeft geen centrale holte en evenmin aan de basis een centraal hiaat. Daar in dit cotyledon, blijkens onze controle met microscopische coupes, het geheel van vaten en capillairen volledig is opgespoten, moet dit cotyledon met de werkelijkheid overeenkomen. Aan deze cotyledonen bestuderen we behalve het verloop

der kleine vaten, ook de vorm van het cotyledon zelf. Tevens bleek ons dat de rangschikking van de villositaire vaten van de 3e orde in deze cotyledonen anders is als in de onvolledig opgespoten gecorrodeerde cotyledonen. In een onvolledig opgespoten gecorrodeerd cotyledon rangschikken de uiteinden der villositaire vaten van de 3e orde — ook wel chorio-deciduale vaten genoemd omdat ze zich inplanteren in de basale plaat — zich in een krans om een centraal hiaat heen. In het volledig opgespoten gecorrodeerde cotyledon komen de uiteinden van deze vaten, die als lussen uitspringen onder het basale vlak van het cotyledon, over de gehele uitgestrektheid van het basale vlak voor, dus ook in het centrale gedeelte van het basale vlak. Dit laatste heeft Wilkin (1954) niet waargenomen. Hij is blijkbaar alleen uitgegaan van onvolledig opgespoten gecorrodeerde cotyledonen, waarin hij de uiteinden der villositaire vaten zag gerangschikt als een krans (*couronne d'implantation*). Voor een verklaring van het verschil der bevindingen bij beide soorten cotyledonen zie men onder het hoofd „Eigen Werk” blz. 66.

Het woord chorio-deciduale vaten behoeft nog enige toelichting. Deze naam doet verwachten dat deze vaten zich in de decidua zouden hechten. Dit is echter niet geheel juist. De vaten hechten zich namelijk met hun stroma in de trophoblast van de basale plaat. In de basale plaat gaat het trophoblastweefsel geleidelijk over in het decidua-weefsel.

De fixatie van de placenta in de uteruswand vindt onder andere plaats door middel van de chorio-deciduale vaten, die over de gehele basale vlakke van het cotyledon zijn verspreid, als ook door middel van de vlokken, gelegen in het basale vlak van het cotyledon. Deze vlokken zijn met de basale plaat vergroeid (de syntrophoblast der vlokken gaat over in de trophoblast van de basale plaat). Afbeelding 16 geeft een chorio-deciduaal vat weer, dat over een kleine afstand in de basale plaat verloopt.

Vervolgens hebben wij het verschil besproken dat wij hebben gevonden in opbouw en structuur van het periphere en van het centrale gedeelte van het cotyledon. In het periphere gedeelte, dat mede wordt opgebouwd met „chorio-cotyledonaire” vaten, zijn de grote vaten en hun vertakkingen niet zo mooi gebundeld als in het centrale gedeelte van het cotyledon. In onze bespreking van de capillairen zullen we zien hoe er in deze gebieden ook een ver-

schil in dichtheid en structuur van capillairen voorkomt.

Blijkens onze bevindingen bestaat er een zekere overlappende circulatie van het cotyledon en wel in die zin, dat wanneer de belangrijkste toevoerende arterie, met name de villositaire hoofdstam, is uitgeschakeld, een deel van het perifere gedeelte van dat cotyledon met bloed gevuld blijft door middel van een „chorio-cotyledonaire” arterie uit een ander verzorgingsgebied. Daar ook hier geen anastomosen voorkomen is het uitgesloten dat via deze kringloop de rest van het cotyledon van bloed zou worden voorzien. Op grond hiervan is het dus niet mogelijk dat er in het cotyledon een reservekringloop bestaat, zoals Lemtis (1955) meent. Het begrip reservekringloop veronderstelt immers de mogelijkheid van overnemen van de circulatie of een gedeelte daarvan door middel van een ander vat, dat daarmee moet anastomoseran.

Een groot cotyledon is bij uitzondering samengesteld uit 2 tot 3 kleinere cotyledonen, zoals uit onze preparaten duidelijk is gebleken. De opvatting van Crawford en Fraser (1956) als zou ieder cotyledon verdeeld kunnen worden in een groot aantal subcotyledonen is dus niet juist.

Bij een groot gedeelte van ons materiaal zagen wij een min of meer spiraalvormig verloop der villositaire vaten van de 1e orde. Hierbij verliep de arterie meestal, dus niet altijd, om de vene heen; vaak zagen wij dat de vene zelf ook een of twee windingen had. Het gewonden verloop der vene is niet waargenomen door Romney en Reid (1951), Wilkin (1954) en Mayer e.a. (1956). Daar dit spiraalvormige verloop niet altijd even duidelijk wordt gevonden, willen wij er geen bijzondere betekenis aan hechten.

Het paravasculaire capillairnetwerk buiten beschouwing gelaten, werden er door ons in het cotyledon geen arteriële en veneuze anastomosen gevonden, evenmin als arterio-veneuze anastomosen. Ook tussen de aan elkander grenzende cotyledonen bestaan geen anastomosen. Onze bevindingen bewijzen de onjuistheid van de opvatting van Stieve als zouden de villositaire vaatjes en capillairen een „Gefäßraumgitter” vormen. Eveneens blijkt hieruit dat de veronderstelling van Lemtis (1955) onjuist is. Deze auteur neemt het bestaan aan van arterio-veneuze anastomosen (ook gevonden door Danesino, 1950) uit het feit dat een niet nader genoemde gekleurde substantie, ingespoten in de primaire vlok-

stam-arterie spoedig zichtbaar wordt in de bijbehorende vene, terwijl het placentaweefsel dat daartoe behoort nog onge vulde capillairen vertoont.

Ons inziens trekt Lemtis hieruit ten onrechte de conclusie dat er arterio-veneuze anastomosen zouden voorkomen; immers het is geenszins noodzakelijk dat alle capillairen zijn gevuld wil de substantie in de vene teruglopen. De hoger in het cotyledon gelegen capillairen zullen zich veel sneller vullen dan die, welke in de nabijheid van de basale plaat liggen, dus kan ook spoedig gekleurde substantie in de vene terugvloeien.

Pas nadat wij de grotere villositaire vaten nauwkeurig in hun verloop hadden gevolgd kwamen wij tot de slotsom dat er in deze vaten geen insnoeringen voorkomen. Deze insnoeringen werden wel gevonden door Spanner (1936), Danesino (1950), Wilkin (1954) en Mayer e.a. (1956). In histologische preparaten heeft Wilkin (1954) deze vernauwingen echter nooit waargenomen. Wij geloven dan ook dat Wilkin gelijk heeft wanneer hij deze insnoeringen beschouwt als artefacten ten gevolge van de hoge druk die in de injectie-techniek wordt toegepast op de niet-gefixeerde placenta's. Dat wij in onze preparaten deze artefacten niet waarnamen, hebben we dan ook waarschijnlijk te danken aan het feit dat onze plastic-oplossing onder nagenoeg physiologische druk werd ingespoten.

Conclusies

Het verloop van de villositaire vaten van de 1e, 2e en 3e orde kon het beste worden nagegaan in de onvolledig met plastoid opgespoten gecorrodeerde placenta's. Daarbij ziet men duidelijk dat het slechts de uiteinden der villositaire takken van de 3e orde zijn, die retrograad verlopen in de richting van de chorionplaat.

De juiste vorm en structuur van een cotyledon worden echter alleen verkregen na corrosie van een cotyledon dat met een speciale plastic-oplossing volledig is opgespoten. Bij toepassing van deze werkwijze is gebleken dat de chorio-deciduale vaten, die mede het fixeren van het cotyledon in de basale plaat van de uterus bewerkstelligen, over de gehele basale vlakte van het cotyledon voorkomen.

Er bestaat een duidelijk verschil in bouw van het centrale en periphere deel van een cotyledon.

Het paravasculaire capillairstelsel buiten beschouwing gelaten, doen zich in een cotyledon noch arteriële of veneuze, noch arterio-veneuze anastomosen voor.

Ook tussen de aan elkander grenzende cotyledonen bestaat niet de minste communicatie door middel van anastomoserende vaten.

In onze preparaten komen er in de villositaire vaten geen sphinctervormige insnoeringen voor.

De capillairen in de vlokken

Literatuuroverzicht

Over het vraagstuk van het verloop der capillairen in de vlokken van de placenta bestaat in de literatuur weinig overeenstemming.

Kearns (1934), die zowel de röntgenologische als de corrosiemethode (zilvernitraat in celloïdine of gekleurde gelatine) toepaste, beschreef het verloop der capillairen in de vlokken als volgt.

Wanneer de kleine vaatjes de basis van een vlok ingaan, splitsen zij zich in twee hoofdtakken, waarvan ieder voor een helft van de vlok is bestemd. Verlopende in de richting van de villustop, takken ze op dichotomische wijze kleine arteriolen af. Deze arteriolen tonen vaak aan het einde een dilatatie of ellipsoïd en worden weer smaller wanneer ze overgaan in de vrij grote en meer transversaal lopende kanalen, die grotendeels onder het epitheel van de vlokken liggen. Deze verzamelende kanalen zijn volgens Kearns groter in aantal, onregelmatiger en sterker verwijd dan de arteriolen. Ieder deel van een vlok heeft zulk een, op dezelfde wijze opgebouwde „glomerulus”. Het is een continu circuit, niet een anastomoserend bed van capillairen. Het terugkerende geoxydeerde bloed wordt verzameld in twee of meer grote veneuze stammen aan de basis van de vlok. De grote onregelmatige verzamelkanalen verlangzamen de bloedstroom en bevorderen aldus de uitwisseling. De betekenis van de ellipsoïden aan het einde van de arteriolen blijkt uit de beschrijving van Kearns niet duidelijk.

Volgens Stieve (1935), die de reconstructie-methode gebruikte, zijn de vlokken op vele plaatsen onderling met elkander vergroeid en vormen ze aldus een „Raumgitter”. De vlokken (door Stieve „Gitterzotten” genoemd), die over de gehele placenta gelijkmatig zijn verdeeld, vormen dus een driedimensionaal net-

werk. De capillairen die zich in deze vlokken bevinden, verbinden zich ook met elkander en krijgen dus eenzelfde netvormige structuur.

Romney en Reid (1951) gelukte het niet de capillairen met een oplossing van vinylplastic 12 pct op te spuiten, waardoor zij genoodzaakt waren Oost-Indische inkt te gebruiken. Hiermede werd wel bereikt, dat de capillairen werden gevuld. In dikke, doorzichtig gemaakte coupes gingen de auteurs het verloop der capillairen na. Zij vonden een verschil in structuur tussen de capillairen nabij de foetale en nabij de maternale kant van de placenta. In de buurt van de chorionplaat vertonen de capillairen een betrekkelijk lang verloop met sinusvormige verwijdingen. In het basale deel van de placenta zijn de capillairen in de vlokken korte, wijde kanalen, die bijna het gehele villeuze stroma innemen. De capillairdichtheid is in het basale deel groter dan in het subchoriale deel. Tussen beide lagen in vindt men overgangsvormen.

Bøe (1953) schreef: „Corrosionpreparations give a good and reliable picture of the course of the major vessels, that is to say the coarser vascular pattern, but the real problem begins where the vinylite ends.”

Bøe werkte namelijk met verdunde vinylite (aceton 1 : 10) en kon daarmee de capillairstructuren niet zichtbaar maken. Ook hij spoot daarom de kleinere vaatstructuren op met Oost-Indische inkt; hij gaf het volgende overzicht van het verloop der capillairen in een vlok.

De capillairen in een vlok vormen een netwerk van toe- en afvoerende haarvaten. De capillairen bevatten sinusvormige verwijdingen die door dunne tussenstukken zijn verbonden. Deze sinusvormige verwijdingen zijn volgens Bøe karakteristiek voor de vlokcapillairen. Het aanvoerende arteriële haarvat dat zich in de hals van de vlok splitst, heeft een duidelijk kleinere diameter dan de sinusvormige verwijdingen van de capillairen. Het bloed van het capillairnetwerk in zo'n vlok verzamelt zich in een kort, wijd veneus capillair, dat naar het midden van de hals verloopt. De gecompliceerde vlokken en de grote enkelvoudige vlokken worden ook ten dele verzorgd door het paravasculaire capillairnetwerk. De kleine en middelgrote vlokken ontvangen alleen bloed van het paravasculaire capillairnetwerk, en hebben dus geen afzonderlijk arterieel capillair.

Wilkin (1954) die, door gebruik te maken van een polyester

de capillairen wel wist te vullen, beschreef het capillaire vloknetwerk in het subchoriale deel als een vingervormige structuur, die samengesteld zou zijn uit verscheiden capillairen. Deze capillairen anastomoserden onderling door korte, transversaal verlopende verbindingsstukken. Bij de basale plaat van de placenta is de dichtheid der capillairen groter; ze ontspringen hoofdzakelijk uit de terminale takken van de ascenderende gedeelten der chorio-deciduale vaten en hebben doordat ze zich krullen, een meer knotsvormige structuur.

Tussen deze beide typen in liggen overgangsvormen. Wilkin vond noch tussen de vaten van de aan elkander grenzende capillairbosjes, noch tussen deze capillairen en de villositaire vaten anastomosen.

Crawford en Fraser (1956), die de plastic-oplossingen als opspuitvloeistoffen onbruikbaar noemden, omdat ze niet tot in de kleinste vaatjes zouden doordringen, maakten in hun „digestive technique” gebruik van een 1 pct waterige oplossing van een rode of blauwe kleurstof (I.C.I.), waaraan een weinig natriumbicarbonaat-oplossing 1 pct was toegevoegd. Deze vloeistof werd in de vaten gespoten.

De structuur van vlokcapillairen, die blijkens genoemde onderzoekers gecompliceerder wordt naarmate deze distaler van de arteriolen ligt, zou de vorm hebben van een enkelvoudige of samengestelde lus, al naar gelang de vlok in mindere of meerdere mate gecompliceerd is.

Het kaliber der capillairen blijft steeds constant. De grootste dichtheid der capillairen zou men volgens deze onderzoekers vinden aan de basis en aan de laterale zijde der cotyledonen.

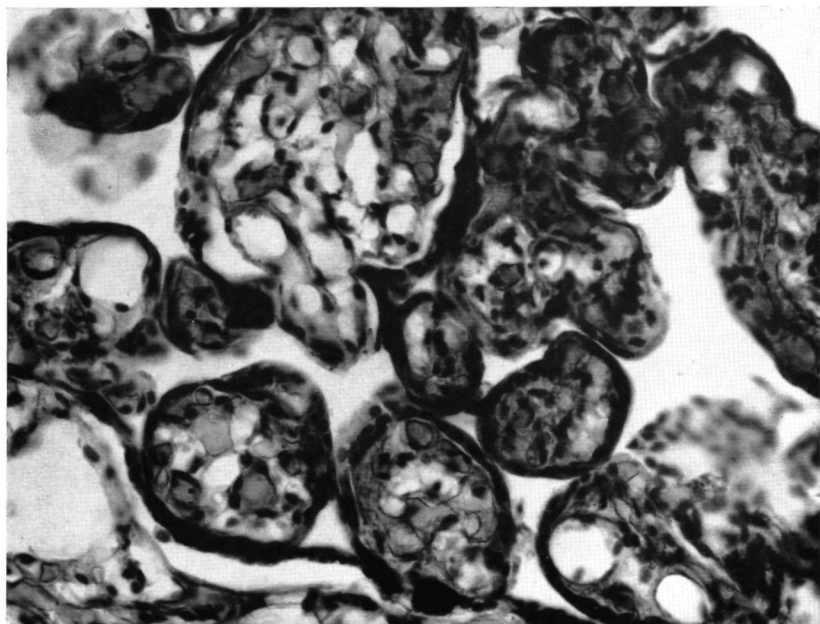
Het bestaan in de vlok van anastomosen tussen de capillairen onderling en tussen de arteriolen en de venulae, konden zij niet met zekerheid aantonen.

Eigen werk

Zoals onder het hoofd „Eigen Methode van Onderzoek” is beschreven, gebruikten wij om de kleinste capillairen volledig te vullen een speciale plastic-soort, met name het praepolymeer van T.N.O. Deze stof laat zich gemakkelijk onder physiologische druk tot in de kleinste capillairen brengen, waardoor het mogelijk wordt de placenta volkomen op te vullen. Na corrosie bezitten zelfs de

fijnste structuren nog een zekere mate van elasticiteit, waardoor men ze gemakkelijk kan onderzoeken, zonder dat ze al te veel afbrokkelen.

Afbeelding 20 toont een coupe van vlokweefsel dat tevoren is opgespoten met de plastic-oplossing van T.N.O. Teneinde het verschil tussen gevulde en ongevulde capillairen duidelijk te doen uitkomen, hebben we met opzet een coupe genomen uit een partieel opgespoten cotyledon.



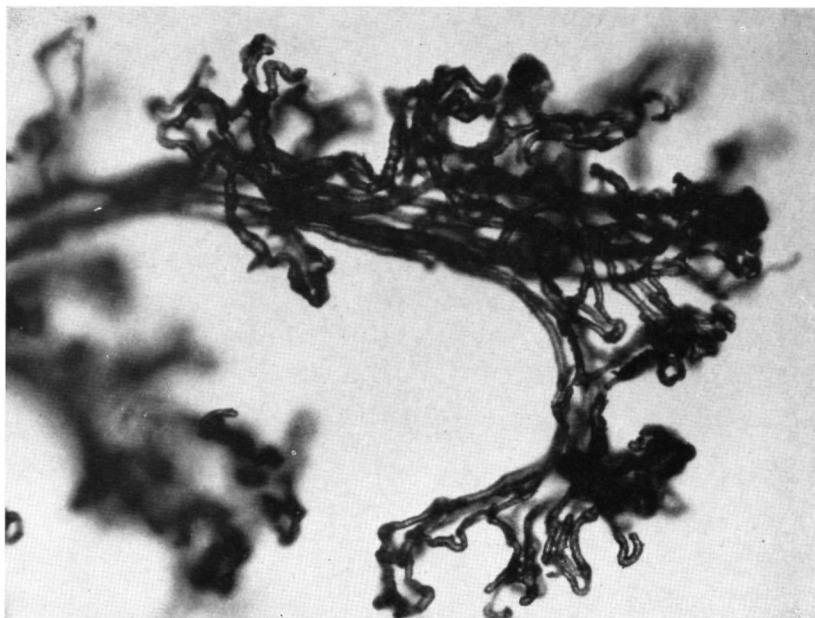
Afb. 20. Doorsnede van vlokken, waarvan een gedeelte der capillairen met plastic-oplossing is gevuld.

Het onderzoek werd verricht bij 30 met deze plastic-oplossing opgespoten en gecorrodeerde placenta's. Onder een binoculaire prepareermicroscoop werden capillairstructuren uitgerepareerd en tussen een droog objectglas en dekglasje bij vrij sterke vergroting (ongeveer 100 maal) onderzocht.

De kleine villositaire vaatjes, die ontspringen uit de grotere zijtakken van de villositaire vaten van de 3e orde, doorlopen het cotyledon zowel in horizontale als in verticale richting. Deze vaatjes

splitsen over hun gehele verloop de zogenaamde terminale vaatjes af. In geval uit deze terminale vaatjes zelf ook weer een of meer takjes van dezelfde orde ontspringen, spreken we liever van praeterminale vaatjes.

Van deze praeterminale en terminale vaatjes, die verschillend van lengte kunnen zijn, gaan de vele capillairen uit, die in de vlokken hun typisch verloop vinden. Zie afbeelding 21 als voorbeeld van een terminale arterie en terminale vene met hun vele



Afb. 21. Terminale arterie en vene met vlokcapillairen peripheer in het cotyledon. (Vergr. 102 x.)

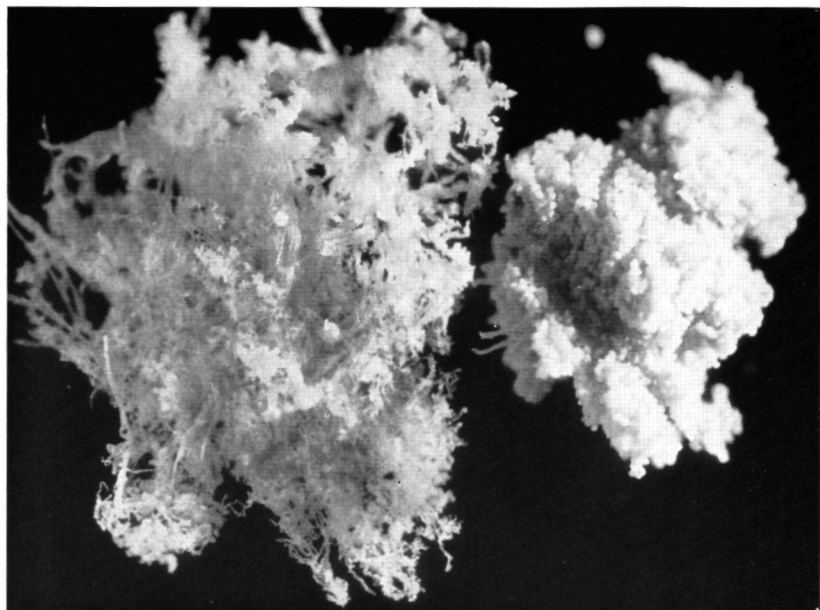
gecompliceerde capillairlussen, die over het gehele verloop van de genoemde arterie en vene uitgaan.

De villositaire vaten van de 3e orde met hun grote zijtakken verlopen vrijwel naakt, dus zonder vlokcapillairen, door het cotyledon. Zij splitsen slechts de zijtakken af, waarvan uiteindelijk weer de praeterminale en terminale vaten uitgaan. De ascenderende gedeelten van de grote villositaire vaten gaan, ongeacht of deze vaten de basale plaat al dan niet hebben bereikt, aan hun uiteinden over in een aantal terminale en praeterminale vaatjes, die aldus een

ware vaatbundel vormen, bezet met talloze vlokcapillairen.

De veneuze terminale vaatjes bereiken veelal de grotere veneuze vaten langs een korte weg. Het verloop der arteriële terminale vaten van hun punt van oorsprong naar het te verzorgen gebied, is veel langer. Zoals reeds eerder is opgemerkt hebben we dit ook waargenomen bij de grotere villositaire vaten.

Op afbeelding 27 zien we nog juist, hoe links onder, de terminale vene de grotere vene onder een schuine hoek nadert, terwijl de



Afb. 22. Verschil in dichtheid en geordendheid van capillairen peripheer (links) en centraal (rechts) in het cotyledon. (Vergr. 18,6 x.)

terminale arterie een parallel verloop begint met de grotere arterie alvorens het punt van oorsprong zal worden bereikt.

Bekijken we een gecorrodeerd cotyledon onder een binoculaire microscoop met geringe vergroting, dan treft ons reeds dadelijk het verschil in compactheid en structuur tussen het periphere en het centrale gedeelte daarvan. In het bovenste periphere deel van het cotyledon, dus het gedeelte dat subchoriaal ligt, is de bouw veel losser dan in de andere delen. De gemiddelde dikte van deze losmazige periphere laag bedraagt 4-8 mm; naar de zijkanten neemt

deze geleidelijk af tot gemiddeld 2-5 mm.

Afbeelding 22 geeft twee plukjes „weefsel” weer, waarvan een uit het periphere (links) en het andere uit het centrale deel (rechts) van het cotyledon afkomstig is; hierbij ziet men duidelijk hoe de linker structuur veel losser en onregelmatiger is dan de rechter, waar de compactheid en geordendheid aanzienlijk groter zijn.

Het verschil in vaatstructuur in het periphere en centrale deel van het cotyledon wordt niet alleen veroorzaakt door een andere rangschikking van de villositaire vaten met hun vertakkingen, maar ook doordat de structuur van capillairen enigszins anders is en ook in dichtheid verschilt.

Reeds eerder zagen we hoe in het oppervlakkige deel van het cotyledon de villositaire vaatjes ongebundeld verlopen. De terminale vaatjes, die daarvan uitgaan, zijn geringer in aantal, dikwijls langer en veel minder dicht met vlokcapillairen bezet dan in het centrale deel.

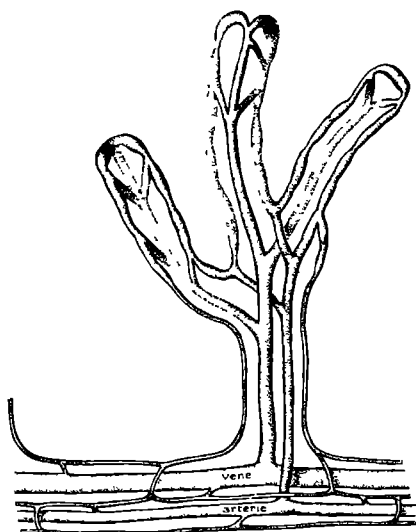
Om tot een duidelijke beschrijving te kunnen komen van de verschillen tussen de structuur van vlokcapillairen in het periphere en het centrale deel van het cotyledon, dienen wij eerst een juist inzicht te krijgen in het verloop en de onderlinge verhouding der capillairen in een vlok.

Bij onze beschrijving maken we gebruik van een half schematische tekening van de capillairen in een enkelvoudige vlok (afbeelding 23) waarin ongeveer alle, wel is waar geringe variaties, van een dergelijke vlok zijn opgenomen. Het enkelvoudige vloktype treft men in de placenta het meest aan. Andere vormen van vlokcapillairstructuren zullen we hierna bespreken.

De enkelvoudige vlok bestaat uit twee delen, de hals en de uitspruitsels; de laatste meestal 3 in getal. Het bloed in een vlok wordt aangevoerd via een arterieel haarvat dat in de hals van de vlok zich dikwijls al splitst in twee of drie capillairen, die overgaan in de capillairlussen. Er worden drie lussen gevormd die hun afvoer vinden in drie veneuze capillairen, die even voor of in de hals samenvloeien tot één enkel afvoerend veneus capillair. Dit afvoerende veneuze haarvat loopt in de hals van de vlok parallel met het arteriële haarvat. Vervolgens wordt deze structuur nog gecompliceerd door twee vrij dunne capillairen, die hun oorsprong vinden in het paravasculaire capillairnetwerk. (Zie ook het volgende hoofdstuk).

Deze twee vrij dunne capillairen lopen lateraal in de hals, aan weerszijde een. In of even voorbij de hals gaan ze over in de beschreven structuur van capillairen, zoals de tekening laat zien. Dit gehele samenstel van capillairen moet men driedimensionaal zien, waarbij het opvalt dat de veneuze capillairen de kortste weg afleggen convergerend naar de hals van de vlok, terwijl het afvoerend veneus capillair in de hals van de vlok zoveel mogelijk in het centrum van de hals loopt.

Bezien we de capillairen in een vlok aandachtig, dan merken we op dat er tussen de arteriële en veneuze capillairen vele kort-



Afb. 23. Half-schematische tekening van het verloop der capillairen in een enkelvoudige vlok.

sluitingen of anastomosen voorkomen; met andere woorden: de capillairen blijken in de vlok een soort grofmazig netwerk te vormen.

Deze capillairen hebben nog een bijzonderheid en wel hun opvallende wijidte. Volgens onze bevindingen, bedraagt de doorsnede van de vlokcapillairen in het corrosiepreparaat ongeveer 30μ ; het eventueel krimpen van het plastic hebben wij hierbij niet in aanmerking genomen.

Hartmann en Runge (1929) vonden voor de vlokcapillairen een diameter van $30-40\mu$, een afmeting die in vergelijking tot de

doorsnede der gewone lichaamscapillairen opvallend groot is.

De diameter wisselt in het verloop der capillairen. Op verscheiden plaatsen zien we namelijk zeer duidelijk sinusvormige verwijdingen; deze komen vrijwel onveranderlijk voor aan de top van iedere capillairlus en doen zich, hoewel minder regelmatig, ook voor in het verdere verloop der capillairen. De sinusvormige verwijdingen zijn door dunnere tussenstukken verbonden. Zowel afbeelding 24 als afbeelding 25 laten aan het bestaan van deze sinus-



Afb. 24. Structuur van capillairen van een enkelvoudige vlok peripheer in het cotyledon. (Vergr. 317,5 x.)

vormige verwijdingen in de capillairen geen twijfel over.

Zijn de capillairen in de uitspruitsels van de vlok reeds wijd, het afvoerende veneuze haarvat heeft een nog grotere diameter. Meestal heeft het aanvoerende arteriële capillair vóór zijn splitsing in de hals van de vlok een iets grotere diameter dan de capillairen, die er uit voortkomen; de capillairen van het paravasculaire capillairsysteem gaan altijd van een geringere diameter over in de grotere doorsnede van de vlokcapillairen.

Wanneer men het verloop van de vlokcapillairen volgt van de

plaats waar zij uit de terminale arterie treden tot die, waar ze overgaan in de terminale vene dan valt op dat deze capillairen betrekkelijk kort zijn. Met andere woorden: het aangevoerde bloed behoeft maar een kleine weg af te leggen in korte, ruime capillairen, waartussen bovendien nog meermalen kortsluiting voorkomt door anastomosen.

Keren we nu terug tot de vraag welke verschillen er bestaan tussen de subchoriaal en de centraal gelegen structuren van vlok-



Afb. 25. Structuur van capillairen van een enkelvoudige vlok centraal in het cotyledon. (Vergr. 317,5 x.)

capillairen, dan zien we allereerst dat het beschreven vloktype zowel subchoriaal als centraal voorkomt. De volgende verschillenpunten zijn echter waar te nemen. Subchoriaal zijn de structuren van vlokcapillairen minder regelmatig van groepering en is de dichtheid er van geringer. De enkelvoudige vlokcapillairenstructuur is subchoriaal meer in de lengte uitgegroeid, zowel aan de hals als aan de uitspruitsels. Daar aan deze structuren van vlokcapillairen soms een van de uitspruitsels ontbreekt of slechts rudimentair

aanwezig is, krijgen deze meer een vingervormig aspect. Deze min of meer vingervormige constructies behouden, hoewel minder gecompliceerd van structuur, toch een arteriële voorziening door een afzonderlijk arterieel haarvat; wel zal dit arteriële haarvat dikwijls een geringere doorsnede hebben dan die, welke voor het standaard-type is beschreven.

Zulk een subchoriaal gelegen enkelvoudige vlokcapillairen-structuur ontvangt ook steeds een of twee capillairen van het para-



Afb. 26. Vlokcapillairen in het centrale gedeelte van een cotyledon. (Vergr. 102 x.)

vasculaire capillairstelsel. Enkele of meer sinusvormige verwijdingen komen altijd voor.

Centraal, en wat voor centraal geldt is ook van kracht voor het basale deel van het cotyledon, is de dichtheid van de structuren van vlokcapillairen groter en de rangschikking meer regulair. De beschreven capillairenstructuur van de enkelvoudige vlok geldt ook weer voor de centraal en basaal in het cotyledon gelegen vlokken. De structuren van vlokcapillairen zijn hier echter meer ineengekruld, waardoor een typisch knopvormig aspect wordt verkregen.

Zie afbeelding 22 rechts en afbeelding 26 links. Op een enkele plaats vindt men in het centrale deel van het cotyledon de structuren soms wat uiteengerold, zodat men hieruit de capillairen kan beschrijven. Men kan ook voorzichtig zo'n knopstructuur afwikkelen. In beide gevallen vindt men dan dat centraal in het cotyledon de vlokcapillairstructuren vaak iets minder in de lengte zijn uitgegroeid dan subchoriaal, waardoor de totale lengte van de capillairen in zulk een centraal gelegen vlok ook wel wat kleiner is. De diameter van de capillairen lijkt wat groter en de afzonderlijke sinussen zijn duidelijker waar te nemen. Men zie afbeelding 25 en vergelijkte daarmee afbeelding 24. De verschillen zijn echter niet steeds overal zo evident.

Doordat de vlokcapillairstructuren in het centrale deel van het cotyledon meer ineengerold zijn, nemen ze dus minder plaats in en kan per oppervlakte-eenheid centraal in het cotyledon de dichtheid der capillairen groter zijn; aldus kan centraal en ook basaal een zo groot mogelijke uitwisseling worden bewerkstelligd tussen maternaal en foetaal bloed.

De lengte van een enkelvoudige vlokcapillairenstructuur varieert volgens onze bevindingen van 0,25 mm tot 0,55 mm; voor een vlokcapillairenstructuur met typisch knopvormig aspect bedraagt deze ongeveer 0,15 mm.

Behalve de beschreven enkelvoudige vlokcapillairenstructuur ziet men op verschillende plaatsen centraal in het cotyledon de zogenaamde complexe of samengestelde vlokcapillairstructuren. Men moet zich voorstellen, dat in zo'n geval ieder uitspruitsel van een enkelvoudige vlokcapillairenstructuur op zijn beurt weer is uitgegroeid tot een dergelijke enkelvoudige vlokcapillairenstructuur.

Als derde vorm van vlokstructuur vinden wij in onze preparaten capillairstructuren, die uitsluitend gevormd worden door capillairen van het paravasculaire capillairsysteem. Het bijzondere van deze vlokken is, dat de capillairenstructuur geheel afwijkt van die, welke voor de enkelvoudige vlok is beschreven. De mate van anastomosing is in deze vlokken veel groter, waardoor de vlokcapillairen duidelijk een fijnmazige netstructuur tonen. De capillairen behouden in deze vlokstructuur dezelfde diameter als hun aan- en afvoerende capillairen. Er worden geen sinusoïde verwijdingen gezien. In geval een dergelijke vlokstructuur groot is heeft de afvoer plaats via een forser haarvat, dat na een kort verloop direct overgaat in

een bijbehorende grote vene. Op deze capillairstructuren en het paravasculaire capillairstelsel zullen wij later nog uitvoerig ingaan.

De afzonderlijke enkelvoudige en samengestelde vlokcapillairstructuren blijken onderling niet te anastomosereren. De uitspruitsels eindigen steeds vrij. Wel vinden wij vaak een onderlinge verbinding der vlokcapillairstructuren door middel van capillairen van het paravasculaire capillairsysteem, die parallel met de terminale tak verlopen en aldus het onderste gedeelte van de hals van de ene vlokcapillairenstructuur verbinden met die van de volgende.

Beschouwingen

Uit ons onderzoek blijkt dat er drie soorten vlokcapillairenstructuren bestaan, te weten:

- a. De enkelvoudige vlokcapillairenstructuur.
- b. De samengestelde vlokcapillairenstructuur.
- c. De vlokcapillairenstructuur van het paravasculaire capillairstelsel.

De laatstgenoemde vlokcapillairenstructuur zal vanwege zijn afwijkende bouw en oorsprong besproken worden in het hierna volgende hoofdstuk, dat het paravasculaire capillairsysteem behandelt.

Wij zijn er in geslaagd met de corrosietechniek het volledige capillairbed in de afzonderlijke vlokken weer te geven. Met behulp van deze methode hebben we de volledige vlokcapillairenstructuur van een enkelvoudige vlok fotografisch kunnen vastleggen (zie afbeelding 24).

Afbeelding 23 is een half-schematische tekening van de capillairenstructuur, zoals deze met verschillende kleine variaties, naar onze mening in een enkelvoudige vlok voorkomt. Deze tekening is gemaakt met behulp van een groot aantal uit elkander geprepareerde structuren.

Het is ons gebleken dat zowel aan de opbouw van een enkelvoudige als aan die van een samengestelde vlokcapillairenstructuur steeds zowel door een afzonderlijk arterieel capillair als door een veneus capillair wordt medegewerkt. Daarenboven nemen ook een of twee capillairen van het paravasculaire capillairnetwerk hieraan deel. Wij onderschrijven dus niet de mening van Bøe (1953), dat de kleine en middelgrote enkelvoudige vlokcapillairstructuren

alleen bloed zouden ontvangen via haarvaten van het paravasculaire capillairnetwerk.

In al onze preparaten hebben wij niet alleen in het centrale en basale, maar ook in het subchoriale deel van het cotyledon sinusvormige verwijdingen waargenomen zowel in de capillairen van de enkelvoudige als in die van de samengestelde vlokcapillairstructuren. Wij zijn van oordeel dat deze sinusvormige verwijdingen de uitstulpingen in de vlokken veroorzaken, die Hörmann (1953) heeft beschreven. Op deze plaatsen komt het foetale haarvat vlak tegen een uitgedund laagje syncytio-trophoblast te liggen en wordt het maternale bloed slechts van het foetale bloed gescheiden door dit laagje syncytium en de endotheellaag van het foetale haarvat (Wislocki en Bennett, 1942). Hun, die mochten menen deze sinusvormige verwijdingen te moeten beschouwen als artefacten, geven wij tot antwoord dat hun opmerking ons zeer onwaarschijnlijk voorkomt, daar wij deze sinusvormige verwijdingen nimmer hebben waargenomen in de capillairen van de vlokstructuren van het paravasculaire capillairnetwerk.

Uit ons onderzoek is gebleken dat de capillairen in één en dezelfde vlok slechts onderling met elkander anastomoserende door middel van korte, transversaal verlopende verbindingsstukken. Nergens zagen wij de capillairen anastomoserende met die van een naburige vlok.

Hiermede hebben wij de opvatting van Stieve (1935) weerlegd, als zouden de capillairen van *alle* vlokken een netwerk met elkaar vormen. Wij hebben echter geen bezwaar tegen de mening dat er verbindingen tussen de vlokken onderling zouden worden gevormd door fibrinoïde verklevingen en vergroeiingen in het syncytium (Langhans, 1870; Peter, 1943; Hörmann, 1951; Lemtis, 1955).

Wij hebben niet alleen gezien dat de capillairen bijzonder wijd zijn, doch bovendien dat ze opvallend kort zijn. Door deze korte en wijde capillairen in de vlokken zal enerzijds het foetale bloed de placenta vrij snel kunnen doorlopen (het behoeft immers slechts een korte weg af te leggen), en anderzijds zal dit bloed ook voldoende gelegenheid krijgen tot uitwisseling met het moederlijke bloed, doordat de wijde capillairen de bloedstroom zullen verlangzamen. Het grote nut van deze wijde en korte capillairen is bovendien nog dat daardoor wordt bereikt dat het verval in bloeddruk

tussen het aan- en afvoerende bloed slechts gering is. Het foetale bloed ondervindt namelijk in de capillairen weinig weerstand. Het afnemen van de bloeddruk van de navelarterie naar de navelvene bedraagt daardoor slechts 50 pct; de bloeddruk in het grote capillairbed van het menselijk organisme neemt daarentegen met meer dan 98 pct af (Runge en Hartmann, 1930).

Voor de gemiddelde druk in de arteriae umbilicales vond Reynolds (1954) 45-65 mm kwik; voor de vena umbilicalis zou deze volgens hem 30 mm kwik bedragen. In de capillairen van de vlokken van de placenta ligt de druk tussen beide genoemde waarden in. Het foetale bloed ondervindt dus in de capillairen slechts een minimum aan weerstand. Dit is van groot praktisch belang. De placenta is namelijk een voor de foetus ver verwijderd orgaan, waarheen de vrucht ongeveer $\frac{2}{3}$ van zijn bloed, dat door de dorsale aorta stroomt, zendt (Reynolds, 1954). Zou dit bloed nu veel weerstand ondervinden, dan zou de foetus zeker niet over voldoende krachten beschikken om het bloed de placenta te doen doorstromen.

Waarschijnlijk werkt de autonome actie van de capillairen, die door de Langen en Nelemans (1954) werd verondersteld en welke ten Berge (1955) voor de capillairen van de placenta meent te hebben aangetoond, ook nog mede aan het onderhouden van de doorstroming van de placenta met foetaal bloed.

Uit het materiaal dat wij hebben onderzocht, bleek vervolgens dat de grootste dichtheid van capillairen niet alleen in het basale, doch ook in het centrale deel van het cotyledon wordt gevonden; met andere woorden: het grootste gedeelte van het cotyledon heeft een dichte capillairenstructuur. Slechts het subchoriale deel (ongeveer 4-8 mm dik, naar de zijkanen afnemend tot gemiddeld 2-5 mm) heeft een lossere structuur.

Het is ons echter opgevallen dat het grondpatroon van de afzonderlijke vlokcapillairstructuren in beide gebieden steeds constant wordt bevonden (noch Romney en Reid, 1951, noch Wilkin, 1954, hebben hierop gewezen). Verschillen zijn hoofdzakelijk te constateren in de lengte en in het al of niet ineengerold zijn der afzonderlijke vlokcapillairstructuren, als ook in de diameter der samenstellende capillairen.

De grotere dichtheid van capillairen in het centrale en basale deel van het cotyledon doet veronderstellen dat de doorstroming

met moederlijk bloed van de intervillieuze ruimte in dit gebied intensiever is, dan in het subchoriale deel waar de dichtheid van capillairen geringer is. In onze bespreking van het moederlijke vaatstelsel van de placenta zal blijken dat deze veronderstelling hoogst waarschijnlijk juist is.

Dat ook het paravasculaire capillairnetwerk een verschil in uitbreiding toont in het subchoriale deel van het cotyledon ener- en in het centrale en basale deel van het cotyledon anderzijds zullen we zien in het volgende hoofdstuk.

Conclusies

In de gecorrodeerde, tevoren met een speciale plastic-oplossing opgespoten placenta, onderscheiden we drie soorten van structuren van vlokcapillairen:

- a. De enkelvoudige vlokcapillairenstructuur.
- b. De samengestelde vlokcapillairenstructuur.
- c. De vlokcapillairenstructuur van het paravasculaire capillairstelsel.

Zowel in iedere enkelvoudige als in elke samengestelde vlokcapillairenstructuur vinden we steeds een veneus en arterieel haarvat, alsmede een of twee capillairen van het paravasculaire capillairsysteem. In de enkelvoudige vlok vormen deze een soort grofmazig uitgetrokken netwerk van wijde, opvallend korte anastomoserende capillairen, die bovendien nog sinusvormige verwijdingen hebben. De samengestelde vlokcapillairenstructuur moet men zich voorstellen als een enkelvoudige vlokcapillairenstructuur, waarvan de afzonderlijke uitspruitsels tot enkelvoudige vlokcapillairstructuren zijn uitgegroeid.

Tussen de afzonderlijke vlokcapillairstructuren bestaan geen eigenlijke anastomosen, wel ziet men veelal een onderlinge verbinding der vlokcapillairstructuren door capillairen van het paravasculaire capillairstelsel.

De grootste dichtheid van capillairen vindt men in het centrale en basale deel van het cotyledon. Het subchoriale deel, slechts 4-8 mm dik, heeft een lossere structuur.

Het grondpatroon van de vlokcapillairstructuren in het subchoriale alsook in het centrale en basale deel van het cotyledon is constant. De voornaamste verschillen bestaan slechts in de lengte

en in het al of niet ineengerold zijn der structuren, alsmede in de diameter der samenstellende capillairen.

Doordat de capillairen in de vlokken kort en wijd zijn, is het mogelijk dat in korte tijd een grote hoeveelheid foetaal bloed de placenta kan passeren, zonder daarbij al te veel weerstand te onder- vinden. Het geringe drukverval tussen de arteria en vena umbili- calis kan grotendeels verklaard worden door deze geringe weer- stand.

Het paravasculaire capillairnetwerk

Literatuuroverzicht

Nog een tweede stelsel van capillairen is in de placenta te onder- scheiden; het zogenaamde paravasculaire capillairnetwerk.

Dit stelsel van capillairen heeft reeds H o l l (1881) voor het eerst beschreven. Daarna vinden we hierover geruime tijd geen mededelingen in de literatuur tot S p a n n e r (1936) er voor het eerst weer aandacht aan schonk.

R o m n e y en R e i d (1951) beschreven dit paravasculaire capillairnetwerk niet.

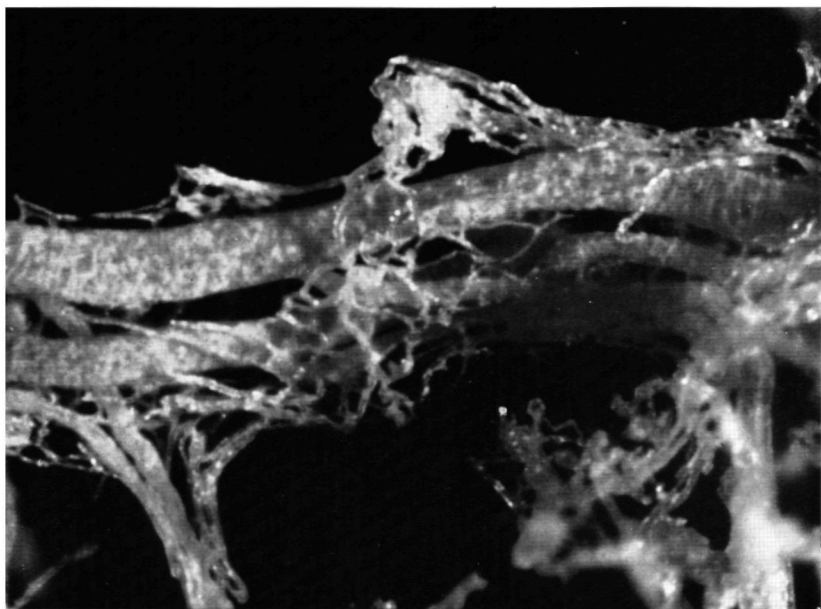
Volgens B ø e (1953) is het paravasculaire capillairnetwerk een netwerk van onderling anastomoserende arteriële vaatjes in de orde van capillairen. Dit netwerk vindt zijn sterkste uitbreiding om de kleine vaten, waaruit de vele eindvaatjes ontspringen; het wordt van bloed voorzien via takjes van het arteriële stelsel en ge- draineerd door afzonderlijke korte venulae met het veneuze systeem (arterio-veneuze anastomosen). Alle vlokken van een eindtak worden onderling verbonden door capillairen van dit paravascu- laire capillairnetwerk.

Wilkin (1954, 1958) daarentegen, noemt in zijn morpholo- gische studie over de placenta deze structuur slechts terloops.

M a y e r c.s. (1956) besteedden er evenwel weer iets meer aan- dacht aan. Hun opmerkingen vormen een bevestiging van de be- vindingen van B ø e (1953).

Eigen werk

Het paravasculaire capillairsysteem hebben wij eveneens bij 30 met het praepolymeer van T.N.O. opgespoten en gecorrodeerde placenta's onderzocht; en wel op dezelfde wijze zoals wij dit hebben beschreven voor de capillairstructuren der vlokken. Ook bij dit onderzoek bleek weer duidelijk het grote voordeel van de corrosiemethode boven iedere andere methode van onderzoek; immers als men in de aldus verkregen corrosiepreparaten, de verschillende structuren van elkander losprepareert krijgt men een zeer duidelijk



Afb. 27. Het paravasculaire capillairnetwerk. (Vergr. 90 x.)

inzicht in de onderlinge verhoudingen en samenhang van het te bestuderen vaatgebied.

Onder het paravasculaire capillairstelsel verstaan we een netwerk van vrij dunne haarvaten dat zich hoofdzakelijk heeft uitgebreid om de kleine vaten, die uitgaan van de grote zijtakken van de villositaire vaten van de 3e orde en zowel in verbinding staan met deze kleine vaten, als met de capillairen in de vlokken.

Komt dit netwerk dus slechts sporadisch voor om en in de onmiddellijke omgeving van de vrij grote villositaire zijtakken, in

het gebied van de vrij kleine zijtakken van deze vaten is het uitgebreid en duidelijk aanwezig.

In onze beschrijving van dit netwerk gaan we uit van de bouw, die we in het subchoriale deel van het cotyledon vinden; de dichtheid der vlokken is daar toch veel geringer en daarenboven heeft, zoals we hebben geconstateerd, het paravasculaire capillairnetwerk in het subchoriale deel van het cotyledon de grootste uitbreiding.

Het woord netwerk houdt in dat het een onderling sterk anastomoserende structuur is van vaatjes. Op vele, evenwel zeer begrensde plaatsen, is dit netwerk dan ook sterk uitgesproken. Deze netvormige structuren waarvan op afbeelding 27 een gedeelte duidelijk zichtbaar is, worden regelmatig afgewisseld door lange capillairen, die met deze netvormige structuren verbonden zijn en meer gebundeld om de vaten lopen. Ook deze lange capillairen anastomoserend onderling, zij het in mindere mate dan we dit in de typisch netvormige structuren waarnemen.

De duidelijk uitgesproken netvormige structuren vonden we hoofdzakelijk subchoriaal.

De diameter van de capillairen van het paravasculaire netwerk is kleiner dan die van alle andere in de placenta voorkomende vaatjes; dus ook dan die van de reeds eerder beschreven vlokcapillairen.

Het paravasculaire capillairnetwerk gaat talrijke verbindingen aan met de arteriële en veneuze vaten die het begeleidt. Wij hebben sterk de indruk dat het aantal verbindingen met het veneuze vaatstelsel even groot is, althans niet veel kleiner, dan met het arteriële stelsel. Wel is het opvallend dat een bepaalde netvormige structuur, die bijzonder uitgebreid is, dikwijls door slechts één fors, kort veneus haarvat is verbonden met het naburige veneuze vat; een verschijnsel dat we ook wel eens waarnemen bij de nog te beschrijven vlokken van het paravasculaire capillairnetwerk.

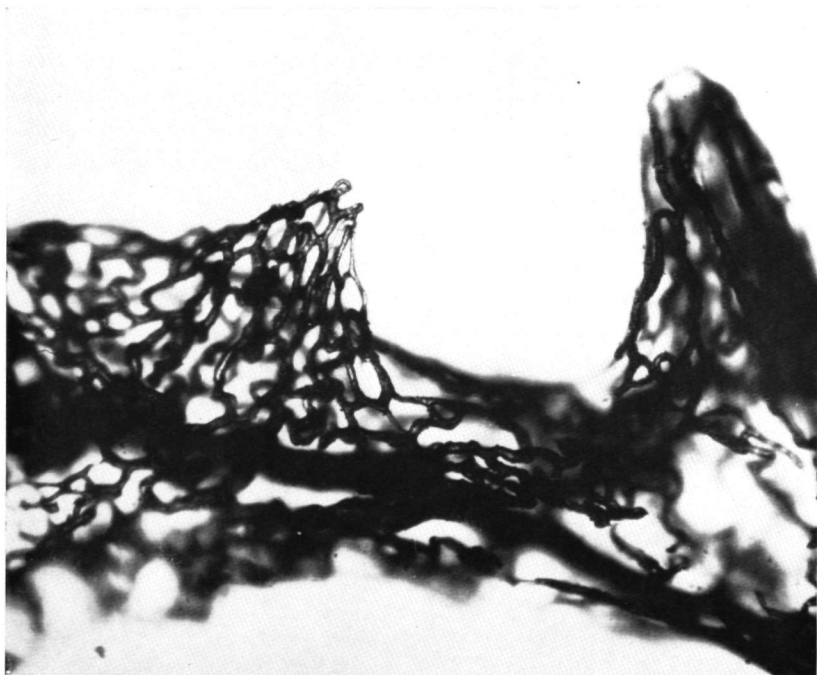
De verbinding van het paravasculaire capillairnetwerk blijft niet altijd rechtstreeks beperkt tot de vaten die het begeleidt. Soms zien we namelijk dat een lang capillair een verbinding aangaat met een verder gelegen vat.

Centraal en basaal in het cotyledon heeft het paravasculaire capillairnetwerk een ander aspect. Daar zien we dat een aantal capillairen sterk gebundeld liggen om de vaten, die ze begeleiden. Duidelijk netvormige patronen vinden we hier zelden. Zoals reeds

eerder is opgemerkt, is in deze delen van het cotyledon het paravasculaire capillairsysteem minder uitgebreid.

Het paravasculaire capillairnetwerk draagt vervolgens bij tot het vormen of opbouwen van de capillairstructuren in de vlokken.

Zoals reeds eerder is besproken gaan meestal twee capillairen van het paravasculaire capillairnetwerk een verbinding aan met de capillairen in een vlok. In de hals van de vlok vindt men dan beide capillairen tegenover elkander liggen. Wanneer deze vrij dunne



Afb. 28. „Vlokstructuren” van het paravasculaire capillairstelsel. (Vergr. 124 x.)

capillairen overgaan in de vlokcapillairen moet hun doorsnede dus groter worden.

Het is merkwaardig hoe zo'n haarvat van het paravasculaire capillairsysteem vaak van de ene naar de andere vlok loopt, waardoor een verbinding tussen de vlokken tot stand komt. Onderling zijn deze verbindende capillairen ook weer door anastomoserende capillairen verbonden en bovendien staan ze steeds in verbinding met de arteriële en veneuze vaten, welke ze begeleiden.

Iedere vlok in de placenta, of deze in het periphere of in het centrale deel van het cotyledon ligt, ontvangt een of twee capillairen van het paravasculaire capillairstelsel.

Het paravasculaire capillairsysteem komt ook tot zelfstandige vlokvorming. Het aspect van deze capillaire vlokstructuren is echter geheel anders dan dat van de gewone vlokken van de placenta. We onderscheiden vingervormige, pyramidevormige en tepelvormige vlokken. Afbeelding 28 geeft een pyramidevormige en een vingervormige vlok weer. Afbeelding 27 (bovenaan) laat een tepelvormige vlok zien.

Deze vlokken kan men het beste beschouwen als een stuk netvormige structuur van vaatjes, dat in één richting meer of minder is uitgetrokken. De onderlinge anastomosering is hier dus zeer sterk. De diameter der samenstellende capillairen blijft gelijk aan die van de aan- en afvoerende capillairen. Er zijn dus ook geen sinusvormige verwijdingen te bespeuren. Dit alles is in tegenstelling tot de bevindingen bij de capillairstructuren in de eigenlijke vlokken. De capillairen van het paravasculaire capillairsysteem gaan hier dus niet over in ruime, deels sinusvormig verwijde haarvaten.

De vlokken van het paravasculaire capillairsysteem brengen soms hun afvoer naar het veneuze stelsel tot stand door middel van een dik, kort veneus capillair; hierdoor bestaat er in zekere zin dus kortsluiting tussen deze vlokken en een groot veneus vat.

Deze vlokken, die in veel geringer aantal voorkomen dan de gewone vlokken, vinden we hoofdzakelijk subchoriaal, en wel langs die vaten waaromheen het paravasculaire capillairnetwerk zijn grootste uitbreiding heeft.

Beschouwingen

Uit ons onderzoek is gebleken dat het paravasculaire capillairstelsel een netwerk is van een groot aantal onderling anastomoserende capillairen en dat dit systeem zijn grootste uitbreiding heeft om de kleine zijtakken, waarvan uiteindelijk de terminale vaatjes uitgaan.

Daar dit netwerk volgens onze bevindingen een even groot aantal verbindingen heeft met het veneuze als met het arteriële stelsel, zijn wij van oordeel dat dit netwerk niet uitsluitend tot het arteriële gerekend mag worden; Bøe meent daarentegen dit wel te moeten doen.

Het paravasculaire capillairstelsel bleek steeds mee te werken aan de vorming of opbouw van de capillairstructuren in de eigenlijke vlokken, die bovendien onderling worden verbonden door capillairen van dit netwerk.

Wij hebben vervolgens bepaalde netvormige vlokstructuren beschreven, die uitsluitend worden gevormd door capillairen van het paravasculaire capillairstelsel. Van deze capillaire vlokstructuren, die hoofdzakelijk zijn gelegen langs de vaten, waaromheen het paravasculaire capillairnetwerk het uitgebreidst is, hebben wij nog nooit een beschrijving in de literatuur gevonden.

Het paravasculaire capillairnetwerk heeft blijkens ons onderzoek weer een grotere uitbreiding om de kleine zijtakken in het subchoriale deel van het cotyledon dan om de zijtakken in het centrale en basale deel daarvan. Het is ook in het subchoriale deel, waar de zuiverst netvormige patronen en typische capillaire vlokstructuren van het paravasculaire capillairnetwerk voorkomen.

Hoewel het capillairsysteem in de eigenlijke vlokken (zie blz. 82) en het paravasculaire capillairstelsel op vele punten met elkaar in verbinding staan menen wij toch, dat deze twee capillairsystemen een eigen functie hebben.

De capillairstructuren van het paravasculaire capillairstelsel liggen over het algemeen niet zo dicht aan de oppervlakte in het stroma als de vlokcapillairen in de vlokken. Het behoeft evenwel geen betelsel te zijn om aan het paravasculaire capillairsysteem een functie toe te kennen in de uitwisseling tussen matернаal en foetaal bloed. Het is immers bekend dat het foetale stroma van de placenta zijn voeding ontvangt uit het maternale bloed dat dit weefsel omstroomt (Z e e k e n A s s a l i, 1950), zodat we dus moeten aannemen dat voedingsproducten uit het moederlijke bloed deze capillairen via het placentaire stroma om de vaten kunnen bereiken.

Het paravasculaire capillairsysteem heeft zijn grootste uitbreiding in het subchoriaal gelegen periphere deel van het cotyledon. Zoals elders nog uitvoerig zal worden besproken stroomt in de intervillieuze ruimte in het subchoriale gedeelte van de placenta het moederlijk bloed waarschijnlijk langzamer dan in de intervillieuze ruimte van het overige deel der placenta, zodat dus in dit subchoriale deel een optimale opname van voedingsbestanddelen uit het moederlijk bloed kan plaats vinden.

Wij zijn dan ook van mening dat het opnemen van voedings-

stoffen hoofdzakelijk zal plaats vinden in het subchoriale deel van het cotyledon, waar het paravasculaire capillairsysteem zijn grootste uitbreiding heeft (vlokstructuren en netvormige partijen, afgewisseld door lange capillairen).

In het overige deel van de placenta, met name in de centrale en basale gedeelten der cotyledonen, is de bouw geheel anders. Het paravasculaire capillairsysteem is hier niet zo uitgebreid, de dichtheid van vlokcapillairen (beschreven op blz. 82) daarentegen veel groter. Een zo groot mogelijke hoeveelheid foetaal bloed zal dus dit deel van het cotyledon doorstromen. Ook de doorstroming met moederlijk bloed van de intervillieuze ruimte is in dit gedeelte hoogstwaarschijnlijk groter dan in het subchoriale deel. Al met al is het dan ook waarschijnlijk dat in het basale en centrale deel van het cotyledon de grootste uitwisseling van zuurstof zal plaats vinden. Door de snellere wisseling van het moederlijke bloed in dit gedeelte (zie blz. 122) bevinden de vlokken zich hier in een optimaal zuurstofmilieu. Dat de circulatie van het moederlijke bloed hier met grotere snelheid plaats vindt is geen bezwaar, omdat het uitwisselen van zuurstof een proces is dat snel verloopt en bovendien de vlokcapillairen door een zo dun mogelijke membraan van het moederlijke bloed zijn gescheiden (zie blz. 121).

Daar het paravasculaire capillairnetwerk zowel met de arteriële en de veneuze vaten, als met de vlokcapillairen is verbonden, beschouwt Bøe dit netwerk als een buffersysteem voor geval door een te groot aanbod van bloed in een vlokkengebied bloeddrukverhoging zou voorkomen. Het teveel aan bloed zou dan via de arterio-veneuze anastomosen kunnen worden afgevoerd zonder dat de vlokken gepasseerd behoeven te worden.

Nu komt ons deze verklaring van het paravasculaire capillairsysteem onwaarschijnlijk voor. Inderdaad heeft het paravasculaire capillairsysteem een grote uitbreiding. De capillairen hebben echter slechts een vrij geringe diameter, welke kleiner is dan die van de vlokcapillairen. In geval van een te grote bloedaanvoer naar de vlokcapillairen zal het teveel aan bloed slechts moeizaam een uitweg kunnen vinden naar dit paravasculaire capillairnetwerk. Daarmede ontkennen we evenwel niet een eventuele functie daarvan als buffer, doch wij willen deze functie als zeer beperkt zien. Een eventueel te grote bloedtoevoer naar een vlokkengebied zal voor de capillairen in die vlokken geen zeer grote be-

lasting zijn. De capillairen in de vlokken zullen deze toevoer ongetwijfeld kunnen opvangen, omdat deze haarvaten kort en bovenal wijd zijn, dus geringe weerstand bieden aan een te grote bloedgolf, waardoor deze snel zal kunnen worden weggewerkt. De capillairen in de vlokken zijn bovendien in staat een behoorlijke bloeddruk te verdragen (L e m t i s, 1955). De kans dat in een bepaald gebied plotseling een vergrote bloedtoevoer zal plaats hebben is overigens gering. Mocht er stagnatie ontstaan in de afvoer van het bloed door een kortdurende afsluiting in de navelstrengvene, of er een verhoogde druk optreden in de placenta, bij voorbeeld door een contractie van de uterus, zo zal de daardoor stijgende bloeddruk over de gehele placenta worden verdeeld en dus per vlok gering zijn.

Conclusies

Het paravasculaire capillairsysteem, dat in het subchoriale deel van het cotyledon het uitgebreidst is, bestaat uit een sterk anastomoserend netwerk van capillairen, waarvan de doorsnede kleiner is, dan die van de capillairen in de vlokken. Dit capillairnetwerk ziet men voornamelijk om die vaten, waarvan uiteindelijk de terminale vaatjes uitgaan.

Het paravasculaire capillairnetwerk heeft vele verbindingen, zowel met de arteriële als met de veneuze vaten, waaromheen dit netwerk verloopt.

Bovendien staat iedere vlok in verbinding met dit paravasculaire capillairnetwerk doormiddel van een of twee capillairen van dit laatste.

Het paravasculaire capillairstelsel vormt op vele plaatsen in het subchoriale deel van het cotyledon typische capillaire vlokstructuren, die hoofdzakelijk liggen langs de vaten waaromheen het paravasculaire capillairsysteem zijn grootste uitbreiding heeft. Deze vlokstructuren verschillen in vele opzichten van de eigenlijke vlokcapillairstructuren.

Waarschijnlijk bestaat de voornaamste functie van het paravasculaire capillairsysteem in het opnemen van voedingsstoffen.

Het maternale vaatstelsel

Literatuuroverzicht

De eerste beschrijvingen van de intervillieuze ruimte waren afkomstig van V a t e r (1725), N o o r t w i j k (1743), W. H u n t e r (1777) en J. H u n t e r (1787). Zij omschreven de intervillieuze ruimte, die zij „sinusvormige ruimte” noemden, als een ruimte waarin „eigenaardig gewonden uterus-arteriën” uitmondden en vanwaaruit uterusvenen als afvoerende vaten te voorschijn kwamen. S c h r ö d e r v a n d e r K o l k (1851) zag de „sinusvormige ruimte” als een gecompliceerd netvormige venenplexus, die uitmondt in vele uterusvenen. De foetale vlokken zouden deze sinuswand niet doorboren, doch zich daarin uitstulpen. Ook W a l d e y e r (1887, 1890) toonde het bestaan van de intervillieuze ruimte aan. Dat deze ruimte tussen de vlokken doorstroomd wordt met moederlijk bloed heeft H e i n z (1888) beschreven. Werd de doorstroming van de intervillieuze ruimte met moederlijk bloed door B u m m (1890, 1893) als een voldongen feit beschouwd, R u g e (1920) stond evenwel nog hardnekkig op het standpunt dat deze ruimte geen maternaal bloed kan bevatten, doch dat zich hierin foetaal bloed zou bevinden dat afkomstig zou zijn van foetale vaten, die tijdens het losscheuren van de placenta van de uteruswand, gescheurd waren.

Na R u g e (1920) heeft niet één onderzoeker nog getwijfeld aan de herkomst van het bloed dat de vlokken, die in de intervillieuze ruimte neerhangen, omspoelt.

Omtrent de indeling en „verschijningsvorm” van de intervillieuze ruimte verschilt men echter nog wel eens van standpunt.

Zo beschouwt H ö r m a n n (1951, 1953) op grond van het aaneenliggen der vlokken en hun vergroeiingen in het syncytium de intervillieuze ruimte als een driedimensionaal intervillieus capillairstelsel.

Laten wij thans nagaan, welke gegevens in de literatuur zijn te vinden over de wijze, waarop het moederlijk bloed naar de intervillieuze ruimte wordt gevoerd. Het maternale bloed wordt aanvoerd via utero-placentaire arteriën, dus via arteriën van de uterus, die uitmondden in de ruimte tussen de vlokken. Reeds W a l d e y e r (1887, 1890) en B u m m (1890, 1893) gaven een

beschrijving van deze vaten. Volgens S p a n n e r (1936) moeten deze vaten beschouwd worden als eindarteriën. Naar de mening van deze auteur ontspringen de bedoelde vaten onder een ongeveer rechte hoek uit de grote vaten, die de uterus spier schuin doorkruisen, en is hun verloop sterk geslingerd. Op het einde van de graviditeit gaan de spiraalvormige arteriën meer gestrekt verlopen (R a m s e y, 1956).

Over het algemeen is men het er wel over eens dat de utero-placentaire arteriën uitmonden onder het gehele oppervlak van de placenta (H a m i l t o n en B o y d, 1951); over de uitmondingsplaatsen ten opzichte van de cotyledonen verschillen de opvattingen echter. Zo was B u m m (1890) van oordeel dat de arterie-openingen naar de intervillieuze ruimte zich bevinden in het bovenste gedeelte van de septa, die tussen de cotyledonen zijn gelegen.

Ook S c h u l t z e (1897) en v a n T u s s e n b r o e k (1901) deelden deze mening. Volgens S p a n n e r (1936) en F r a n k e n (1954) monden de utero-placentaire arteriën hoofdzakelijk uit onder het gehele basale vlak van het cotyledon. Volgens H a m i l t o n en B o y d (1951) meer nabij de basis van de septa. B ø e (1953) meende de arteriae uterinae in het centrum onder de cotyledonen te zien uitmonden; R a m s e y (1956) op willekeurige plaatsen onder de cotyledonen. H i n s e l m a n n (1925, 1958) hield nog vast aan het oude standpunt dat de arteriën uitmonden in de septa; volgens hem echter liggen de plaatsen van uitmonding lager in de septa dan B u m m destijds aangaf.

Volgens S p a n n e r is het aantal uitmondingsplaatsen in de intervillieuze ruimte groter dan het aantal vaten, ten gevolge van de vele vertakkingen van deze vaten. In een corrosiepreparaat telde S p a n n e r ongeveer 500 arterie-openingen in de intervillieuze ruimte. B o y d (1956) vond in 3 placenta's uit de 40e week der graviditeit respectievelijk 320, 310 en 180 openingen; in 3 placenta's uit de 4e maand der zwangerschap 120, 102 en 156.

Even voor de uitmonding is de arterie verwijd (S p a n n e r, 1936; B o y d, 1956).

L e m t i s (1955) vond in het endometrium van een zwangere uterus arterio-veneuze anastomosen; S c h l e g e l (1945) had deze reeds eerder aangetoond in het endometrium van niet-zwangere uteri.

Over de wijze van afvoer van het moederlijk bloed uit de intervillieuze ruimte bestaan echter grote verschillen in opvatting.

In de literatuur vindt men 3 wijzen van veneuze afvoer aan-gegeven.

- a. via de utero-placentaire venen, die uit de intervillieuze ruimte afgaan onder het gehele basale vlak van de placenta;
- b. via de sinus marginalis;
- c. langs beide bovengenoemde wegen.

In de oude literatuur was men van mening dat de veneuze afvoer plaats vindt via utero-placentaire venen onder de gehele placenta en via de sinus marginalis (Waldeyer, 1887, 1890; Bumm, 1890, 1893; Schultze 1897; van Tussenbroek, 1901 en Scipiades en Burg, 1930).

Spanner (1935, 1936) kwam na onderzoek van een aantal corrosiepreparaten tot de conclusie dat de sinus marginalis (rand-sinus) de belangrijkste weg is tot afvoer van het moederlijk bloed. Bij hoge uitzondering zag hij elders van de intervillieuze ruimte een vene uitgaan.

Ortmann (1938) en Earn en Nicholson (1952) deelden ten deze de opvatting van Spanner. Earn en Nicholson waren tot hun mening gekomen, nadat ze 2 uteri uit de 26ste en 39ste week van de graviditeit hadden opgespoten met gekleurde latex via de arteria en vena uterina, waarna zij deze preparaten op coupes hadden gesneden.

Het bestaan van de sinus marginalis wordt ontkend door Stieve (1935), Hamilton en Boyd (1951), alsook door Browne en Veall (1953). Beide laatstgenoemde onderzoekers spoten via de buikwand van de zwangere vrouw radioactief natrium in de intervillieuze ruimte. Door middel van een Geiger-teller bleek dat het radioactief natrium geen laterale verspreiding deed zien; hierin zou een argument liggen tegen drainage via de sinus marginalis.

De thans te bespreken auteurs aanvaardden zowel de sinus marginalis als de utero-placentaire venen, die afgaan onder de gehele basale plaat van de placenta, als afvoerwegen van het maternale bloed uit de intervillieuze ruimte.

Kladetzky-Haubrich (1952) kwam tot deze slotsom na een microscopisch onderzoek van coupes van een uterus uit de 5e maand van de zwangerschap met de placenta in situ. Genoemde

auteur gebruikt liever de term „randzône” dan „sinus marginalis”.

Harris (1952) onderzocht 3 placenta's in situ (de preparaten zijn niet opgespoten, doch alleen microscopisch onderzocht). Hij toonde vooral het bestaan van een sinus marginalis aan.

Ramsey (1956) vond de naam sinus marginalis niet gelukkig gekozen, omdat deze verwarring zou kunnen geven met de sinussen in de decidua aan de rand van de placenta. Zij spreekt daarom van „marginal lakes” en verstaat daaronder de marginale voortzetting van de subchoriale ruimte, die lateraal begrensd wordt door het chorionmembraan, onder door de trophoblastlaag, terwijl deze mediaal in verband staat met de rest van de intervillieuze ruimte. De grootte en vorm van de „marginal lakes” variëren sterk, niet alleen van geval tot geval (zie ook Hoekstra, 1957), doch zelfs in dezelfde placenta. Deze grootte en vorm zouden volgens Ramsey op een bepaald ogenblik bepaald worden door de fysiologische staat van de uterus.

Tenslotte maken wij nog melding van Wilkin (1958) en Hinselmann (1958) die ook beiden van mening zijn dat zowel de sinus marginalis als de utero-placentaire venen onder de gehele basale plaat als afvoerwegen van de intervillieuze ruimte beschouwd moeten worden.

De utero-placentaire venen vinden hun oorsprong volgens Hamilton en Boyd (1951) onder het centrum van het cotyledon, volgens Bøe (1953) echter aan de rand van het cotyledon; Ramsey (1956) vond de veneuze openingen willekeurig verspreid.

De venen bevatten volgens Boyd (1956) geen sphincters.

Gaan we vervolgens na welke opvattingen we in de literatuur aantreffen over de circulatie van het moederlijk bloed in de intervillieuze ruimte, dan zien we dat deze sterk afhankelijk zijn van de wijze waarop de verschillende onderzoekers zich voorstellen dat de veneuze afvoer van de intervillieuze ruimte plaats vindt.

Volgens Bumm (1890, 1893), zal het moederlijk bloed dat aan de top van de septa de intervillieuze ruimte binnenkomt, terugstromen naar de veneuze afvoeropeningen aan de basis der cotyledonen. Op zijn weg zal dit maternale bloed langs de talloze vlokken stromen. Ieder cotyledon vormt zo een apart stromingsgebied. De verschillende stromingsgebieden staan onder de chorion-

plaat met elkander in verbinding en daarenboven nog via rand-cotyledonen met de randsinus, die slechts een geringe betekenis heeft als afvoerende weg. Tot zover B u m m.

Daar de veneuze afvoer volgens S p a n n e r (1935, 1936) alleen plaats vindt via de rand van de placenta zal de bloedstroom hier anders zijn. Het moederlijk bloed, dat de intervillieuze ruimte bereikt via de arteriën in het centrale deel van de placenta, wordt door de septa geleid naar het subchoriale deel van de intervillieuze ruimte. Van hieruit gaat het bloed naar de sinus marginalis, die vrijwel uitsluitend in verbinding staat met het subchoriale deel van de intervillieuze ruimte. De bloedsomloop in de intervillieuze ruimte wordt alleen onderhouden door de druk waaronder het moederlijk bloed de arterie verlaat. De wisselende tonus van de uterus en de tonus van de placenta werken slechts regulerend. Weeën oefenen eerder een remmende invloed uit op de goede doorstroming.

S t i e v e (1935) is van mening dat het moederlijk bloed de intervillieuze ruimte binnenvloeit, dus vrijwel zonder druk, omdat de sterk geslingerd verlopende arteriën de bloedstroom hebben verlangzaamd. Het bloed verspreidt zich tussen het netwerk van vlokken en vloeit in de richting van de chorionplaat; daarna wordt het aan de basis van de placenta weer afgevoerd. De vlokkenpols is hierbij van invloed.

R a m s e y (1956) kwam tot de volgende conclusies betreffende de maternale circulatie in de placenta.

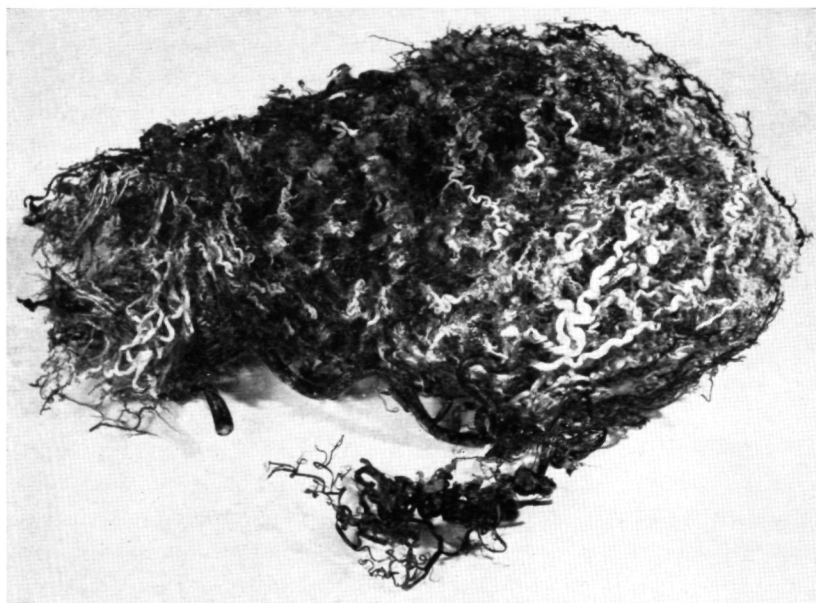
Het moederlijk bloed dat de arterie-opening onder de basis van de placenta verlaat, komt de intervillieuze ruimte binnen onder een druk, die 60-70 mm kwik hoger ligt dan de druk die in de intervillieuze ruimte heerst. De druk in de intervillieuze ruimte is weer groter dan die in de venen. Dit verschil in druk wordt nog versterkt door contracties van het myometrium. Om deze reden zal het moederlijk bloed niet terstond weer in de venen teruglopen, doch eerst in de richting van de chorionplaat gaan en pas daarna de venen bereiken. De placentaire septa en de villieuze pols ondersteunen alleen de intervillieuze circulatie.

De sinus marginalis heeft volgens Ramsey de functie van een veiligheidsreservoir in geval van verhogingen van de bloeddruk.

Eigen werk

Het aantal preparaten dat wij ter bestudering van het moederlijk gedeelte van de placenta hebben kunnen verzamelen is slechts gering. Dit is volkomen begrijpelijk, daar dergelijke preparaten slechts bij grote uitzondering ter beschikking komen.

In ons onderzoek zullen we een uitvoerige beschrijving geven van 4 preparaten en wel van een uterus uit de 4e maand van de graviditeit, en van een uit de 8e maand van de graviditeit, beide



Afb. 29. Corrosiepreparaat van een uterus van de 7e dag van het kraambed, na een graviditeit van 29 weken.

met de placenta in situ; verder van een uterus ongeveer à terme, die onmiddellijk na de sectio caesaria was geëxstirpeerd en van een uterus van de 7e dag van het kraambed, na een graviditeit van 29 weken.

Om een beter inzicht in het vaatverloop te kunnen geven zullen we de preparaten in een andere volgorde beschrijven dan waarin ze zojuist zijn vermeld.

Het eerste preparaat dat we bespreken is afkomstig van een 37-jarige primipara, die op de 7e dag van het kraambed ten ge-

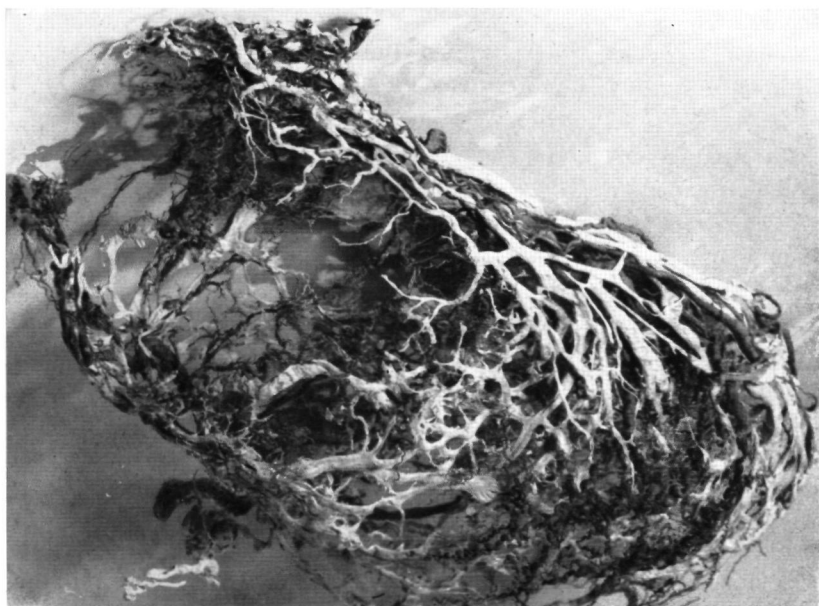
volge van een longembolie was overleden. Het kind was praematuur en dood geboren na een solutio placentae. Na de exstirpatie van de uterus hebben wij in beide arteriae uterinae een polytheencatheter gebracht en de baarmoeder met physiologische zoutoplossing door-ge-spoten. Direct daarna spoten we zowel in de linker als in de rechter arterie telkens 8 ml dunne plastic-oplossing onder een druk van 120-140 mm Hg. Na harding in formaline-oplossing 2 pct werd het preparaat in KOH-oplossing 30 pct gecorrodeerd.

Van dit preparaat (afbeelding 29) konden wij het verloop en de vertakkingswijze van de arteria uterina beschrijven. Waar de arteria uterina ter hoogte van het ostium internum de uterus bereikt, splitst deze zich in twee takken, een ascenderende en een descenderende. De descenderende tak geeft vaatjes af naar de cervix. Het viel ons op, dat de in de cervix verlopende vaatjes een minder gekronkeld aspect tonen dan de vaten in het corpus uteri. De ascenderende tak, die een diameter heeft van $2\frac{1}{2}$ mm, loopt grof geslingerd lateraal van de uterus naar de fundus. In dit gebied anastomoseert de ascenderende tak met de arteria ovarica. Van deze ascenderende tak gaan een aantal vaten uit, arteriae arcuatae genaamd, die de uterus over een kleine afstand binnendringen en zich dan splitsen in een voorste en achterste tak, die respectievelijk in de voor- en achterwand van de uterus verlopen. Deze arteriae arcuatae, met een diameter van 1 mm, hebben een duidelijk spiraal-vormig verloop en anastomoseran met de overeenkomstige vaten van de andere zijde van de uterus. In het mediane gedeelte van de baarmoeder, dus daar waar de arteriae arcuatae van beide zijden anastomoseran, is de vaatdichtheid het geringst. Van de voorste en achterste arteriae arcuatae gaan in twee richtingen takken af; enerzijds takjes die naar de oppervlakte van de uterus gaan, anderzijds takjes, die onder rechte hoeken ontspringen en in de richting van het lumen van de uterus lopen. Het verloop van deze laatste is sterk gewonden; de windingen gaan tegen de wijzers van de klok in. Deze naar het lumen gerichte vaatjes, waarvan afbeelding 31 een goed voorbeeld is, geven vele zijtakjes af naar het myometrium. Aan het einde gaat het vaatje meestal over in 2, 3, of 4 eindarteriolen, die waarschijnlijk in de decidua lopen.

Aan het zo even beschreven preparaat is niet te zien waar de placenta mogelijk geïmplanteerd is geweest. De gelijknamige arteriën hebben op geen enkele plaats een verschil in diameter.

Het tweede preparaat is afkomstig van een multipara, die ongeveer à terme was. In verband met een carcinoom van de cervix werd, nadat het kind door sectio caesaria was geboren, de uterus geëxstirpeerd *).

De incisie is mediaan en longitudinaal gelegd, waardoor zo min mogelijk grote vaten zijn doorgesneden. Op de eerder beschreven wijze hebben we de uterus doorgespoeld en daarna via de beide arteriae uterinae met rode verdunde plastic-oplossing opgespoten onder een druk van 120-140 mm Hg; via de beide venae uterinae



Afb. 30. Corrosiepreparaat van een uterus uit de
 \pm 40e week van de graviditeit.

spoten we blauwe plastic-oplossing. Daarna hebben we het preparaat gehard in formaline-oplossing 2 pct en gecorrodeerd in KOH-oplossing 30 pct.

Het verloop en de vertakkingswijze van de arteria uterina komen ongeveer overeen met die in het eerst beschreven preparaat. De ascenderende tak vertoont ook in dit preparaat een grof geslingerd

*) Voor het welwillend afstaan van dit preparaat dank ik hierbij Dr. I. S. S i n d r a m.

verloop en heeft een diameter van 4 mm, dus groter dan die van het eerste preparaat. In het thans onderzochte preparaat trof ons nog een bijzonderheid. De arteriae arcuatae in het gebied waar de placenta geïmplantéerd is geweest (dit was namelijk in de achterwand van de uterus onder de linker fundushoek), tonen een grotere diameter dan de overeenkomstige arteriën in de voorzijde van de uterus. Er heeft dus blijkbaar een hypertrophie van deze vaten plaats gevonden (diameter 2-3 mm; van de niet-gehypertrophieerde vaten 1-1½ mm). Het kurketrekker- of spiraalvormig verloop van de arteriën in dit preparaat is ongeveer even sterk als in dat van het voorgaande.

Aan dit preparaat konden wij vervolgens het veneuze vaatstelsel bestuderen. Daar waar de placenta geïmplantéerd is geweest, vonden we de grootste uitgebreidheid van het veneuze vaatstelsel. In dit gebied zagen we een uitgebreide plexus van kleine, afgeplatte veneuze sinussen. De vele blindeindigende uitloperijtjes van deze plexus naar het lumen van de uterus komen waarschijnlijk overeen met de plaatsen van oorsprong van de veneuze plexus onder de placenta. Deze uitloperijtjes vinden we niet alleen aan de rand van de plexus; ze komen namelijk over het gehele vlak daarvan voor. De veneuze plexus gaat in het binnenste van de uteruswand geleidelijk over in een grover gebouwde plexus, die zijn sterkste uitbreiding heeft direct peripheer van de arteriae arcuatae. Zie afbeelding 30.

Door verscheiden grote afgeplatte veneuze vaten wordt het bloed tenslotte langs de laterale zijde van de uterus afgevoerd naar de vena uterina.

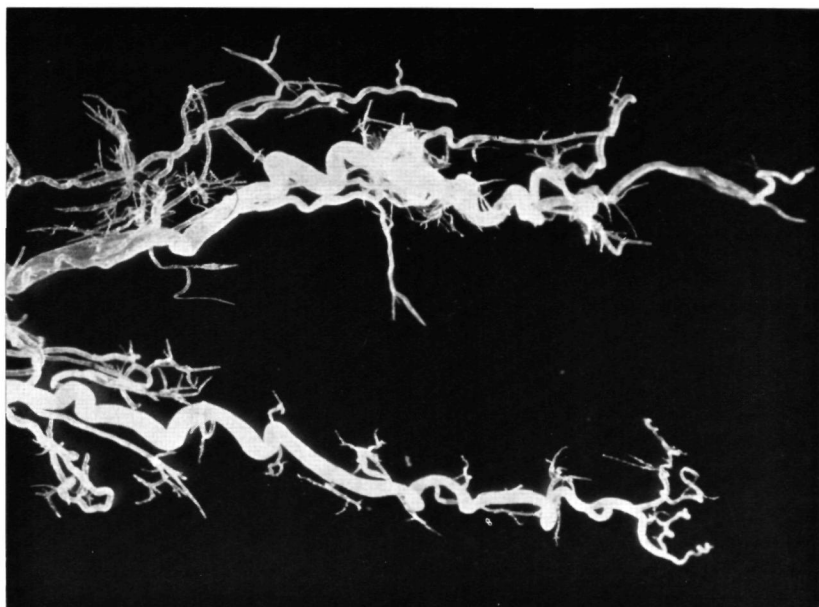
Het derde preparaat is van een 36-jarige patiënte, die een exstirpatie van de baarmoeder had ondergaan in verband met carcinoom *). Op de dag van de operatie was zij ruim 3 maanden zwanger. Onmiddellijk na de exstirpatie van de uterus werd het vruchtje verwijderd, na dilatatie van de cervix uteri. De placenta bleef in situ.

De uterus werd via de arteriae uterinae onder een druk van 100-120 mm Hg doorgespoeld met physiologische zoutoplossing, zoals eerder werd beschreven.

Door middel van een injectiespuit met dunne naald werd via de

*) Voor het welwillend afstaan van dit preparaat dank ik hierbij Dr. I. S. S i n d r a m.

arteria umbilicalis de placenta doorgespoeld. Zowel in de linker als in de rechter arteria uterina werd telkens 12 ml blauwe plastic-oplossing gespoten, onder een druk van 120-140 mm Hg. In de arteria umbilicalis spoten we 1 ml gele, in de vena umbilicalis $2\frac{1}{2}$ ml rode plastic-oplossing. Na harding in formaline-oplossing 2 pct werd de uterus gehalveerd en wel zo, dat de snede midden door de placenta werd gelegd. Een helft werd gecorrodeerd in KOH-oplossing



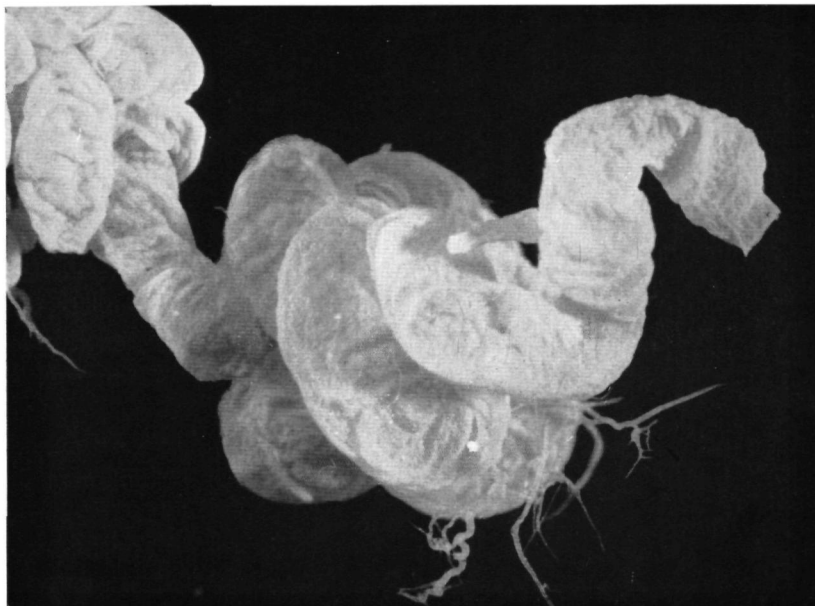
Afb. 31. Arteriële uterusvaatjes, die uitlopen in de decidua buiten de insertieplaats van de placenta. Preparaat uit de 4e maand van de graviditeit. (Vergr. 9 x.)

30 pct, van de andere helft werden coupes gemaakt voor microscopisch onderzoek.

Ook in dit preparaat tonen het verloop en de vertakkingen van de arteria uterina ongeveer hetzelfde beeld als in het eerste preparaat (zie boven).

Afbeelding 31 geeft twee vaatjes weer, die ontspringen uit een arteria arcuata en in de richting van het lumen van de uterus lopen. Hun verloop is als dat van een kurketrekker. Ze geven vele zijtakjes af naar de uterusspier. Het onderste vaatje gaat aan zijn uiteinde

over in 4 kleine eind-arteriolen, die waarschijnlijk hun verloop in de decidua hebben. Bekijken we daarentegen de overeenkomstige arteriële vaatjes die onder de insertieplaats van de placenta verlopen, dan treft ons de enorme hypertrophie van deze vaatjes. Vergelijk afbeelding 32 met afbeelding 31. Beide afbeeldingen zijn uit hetzelfde preparaat, ook de vergroting is gelijk; dit is te zien aan de zijtakjes die op beide afbeeldingen van hetzelfde kaliber zijn.



Afb. 32. Een utero-placentaire arterie. Preparaat uit de 4e maand van de graviditeit. (Vergr. 9 x.)

Dit gehypertrophieerde vat mondt namelijk uit in de intervillieuze ruimte, welke het van moederlijk bloed voorziet. Op de overgangplaatsen van deze utero-placentaire arteriën in de intervillieuze ruimte konden wij over het algemeen geen duidelijke dilataties of stricturen aantonen; de vaten gingen meestal zonder noemenswaardige verandering van lumen over in de intervillieuze ruimte. Daar deze ruimte niet overal opgevuld bleek te zijn met de ingespoten plastic-oplossing hebben we het aantal arteriële openingen daarin niet kunnen tellen. De uitmondingsplaatsen bleken willekeurig over

de basale vlakte van de placenta verspreid te liggen.

In dit preparaat zagen wij duidelijk hoe op talrijke willekeurige plaatsen onder de gehele basale vlakte van de placenta de plastic-oplossing uit de intervillieuze ruimte was teruggelopen in de venen. Microscopisch hebben wij dit kunnen verifiëren.

Een sinus marginalis, of beter gezegd een randzône, hebben we niet gezien; misschien omdat de intervillieuze ruimte niet voldoende van de arteriën uit gevuld was geworden met plastic-oplossing.



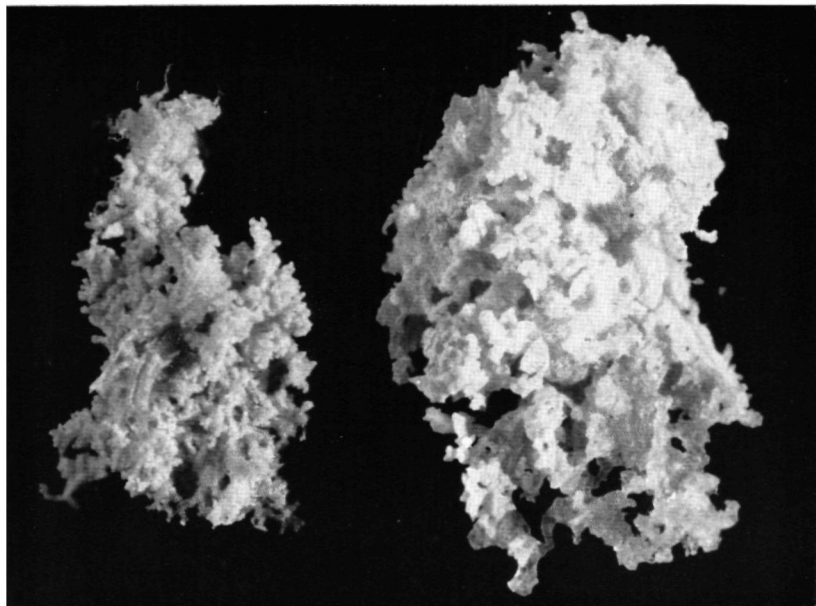
Afb. 33. Overgang van een utero-placentaire arterie in de intervillieuze ruimte. Preparaat uit de 8e maand van de graviditeit. (Vergr. 7,5 x.)

Het vierde en laatste preparaat is dat van een 27-jarige primipara die, toen zij ruim 7 maanden grávida was, plotseling overleed na een eclampsie-aanval. De doodsoorzaak bleek een haemorrhagia cerebri, intraventriculair. Het kind was al tijdens de eclampsie-aanval overleden.

Na exstirpatie van de uterus werd de cervix uteri gedilateerd en de foetus geëxtraheerd. De placenta bleef in situ. Op dezelfde wijze als in het voorgaande geval beschreven, werden de uterus en de placenta doorgespoeld. In ieder der beide arteriae uterinae werd

30ml rode plastic-oplossing gespoten. In de arteria umbilicalis werd 9 ml gele, in de vena umbilicalis 14 ml blauwe plastic-oplossing geïnjecteerd; al deze insputingen geschieden onder physiologische druk. Na harding in formaline-oplossing 2 pct werd de uterus door de placenta heen gehalveerd; van een helft werden coupes gemaakt voor microscopisch onderzoek, de andere helft werd weer gecorrodeerd in KOH-oplossing 30 pct.

Hoewel met voldoende plastic-oplossing was opgespoten trof het



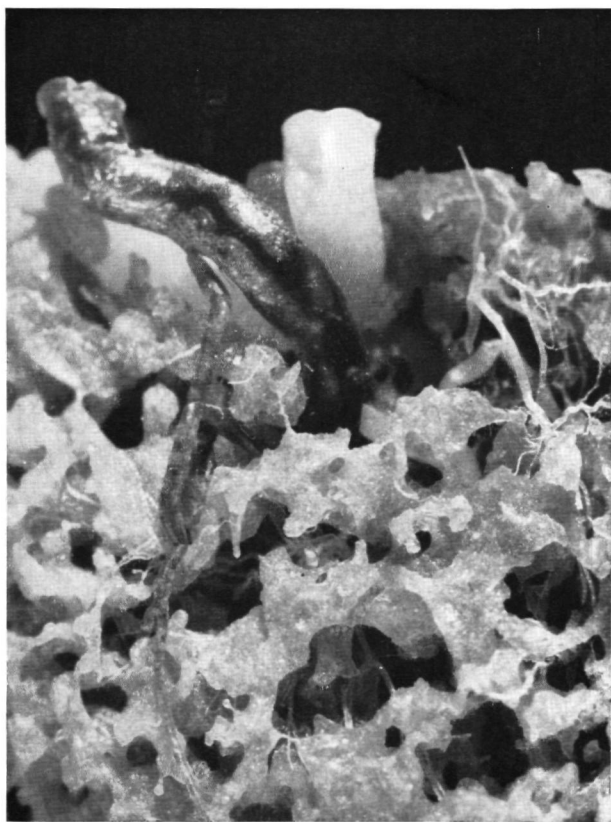
Afb. 34. Afgietsel intervillieuze ruimte (rechts) en een „plukje” vlocapillairen (links). (Vergr. 10,5 x.)

ons dat het arteriële vaatstelsel van deze uterus bijzonder arm aan vaten is. De vaten vertakken zich weinig en zijn vrij gering in diameter. De arteriae arcuatae in het gebied van de implantatie van de placenta tonen, vergeleken bij de overige vaten in de uterus wel enige hypertrophie. De spiraalvorming van deze vaten is slechts gering, waardoor zij een meer gestrekt verloop hebben.

Van de arteriae arcuatae in het gebied van de placenta gaan de vele vaatjes uit in de richting van de placenta. Deze vaten hebben een grotere diameter dan de overeenkomstige vaten elders in de

uterus, die dus niet naar de placenta gaan. Het spiraalvormig verloop is wisselend; enkele utero-placentaire arteriën verlopen bijna gestrekt.

Afbeelding 33 geeft de overgang weer van een utero-placentaire arterie in de intervillieuze ruimte. Het verloop is duidelijk spiraalvormig. Deze utero-placentaire arterie gaat aan de rand van het

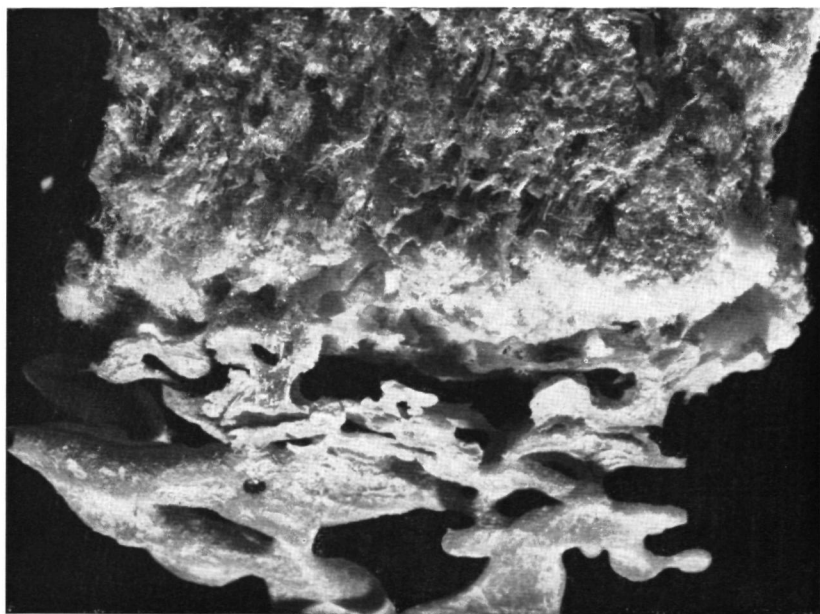


Afb. 35. Afgietsel intervillieuze ruimte met een villositaire arterie en vene. Preparaat uit de 8e maand van de graviditeit. (Vergr. 7,5 x.)

cotyledon in de intervillieuze ruimte over. Het korrelige patroon gevormd door vlokcapillairen is hier duidelijk te zien.

Sommige utero-placentaire arteriën monden uit aan de rand van het cotyledon, andere zien we daarentegen weer in het midden onder het cotyledon uitmonden.

Het foetale vaatstelsel en de intervillieuze ruimte zijn niet op alle plaatsen even sterk opgespoten. Dit is niet storend en kan zelfs een voordeel zijn. Is alleen de intervillieuze ruimte opgespoten dan is het mogelijk dat daardoor na corrosie deze ruimte beter uitkomt. De gecorrodeerde structuur is dan duidelijk een afgietsel van de ruimte tussen de vlokken. Om dit weer te geven hebben we op afbeelding 34 uit hetzelfde corrosie-preparaat een stukje intervillieuze ruimte (rechts) en een plukje vlokken (links) naast elkander gefotografeerd.



Afb. 36. Overgang van de intervillieuze ruimte in utero-placentaire venen, onder een centraal gelegen cotyledon. Preparaat uit de 8e maand van de graviditeit. (Vergr. 3 x.)

Afbeelding 35 laat zien hoe een villositaire arterie en vene de intervillieuze ruimte induiken en zich hierin vertakken. Wij hebben met opzet een gedeelte uit het preparaat genomen waar de foetale vaten onvolledig zijn opgespoten om zodoende de intervillieuze ruimte beter te laten uitkomen.

Op talrijke plaatsen blijkt het plastic uit de intervillieuze ruimte weer te voorschijn te komen en over te gaan in een soort plexus,

waarvan het verloop duidelijk anders is dan van de arteriële vaten. Zie afbeelding 36. Een dergelijke plexus maakt sterk de indruk veneus te zijn. Om dit te kunnen verifiëren hebben we op verschillende plaatsen coupes gemaakt van de niet gecorrodeerde helft van het preparaat. Het bleek toen, dat we inderdaad te maken hebben met een afgietsel van de veneuze plexus, die het bloed op vele plaatsen onder de placenta, uit de intervillieuze ruimte afvoert. Duidelijk zagen we hoe onder de gehele basale vlakke van de placenta dergelijke veneuze afvoerwegen, utero-placentaire venen, van de



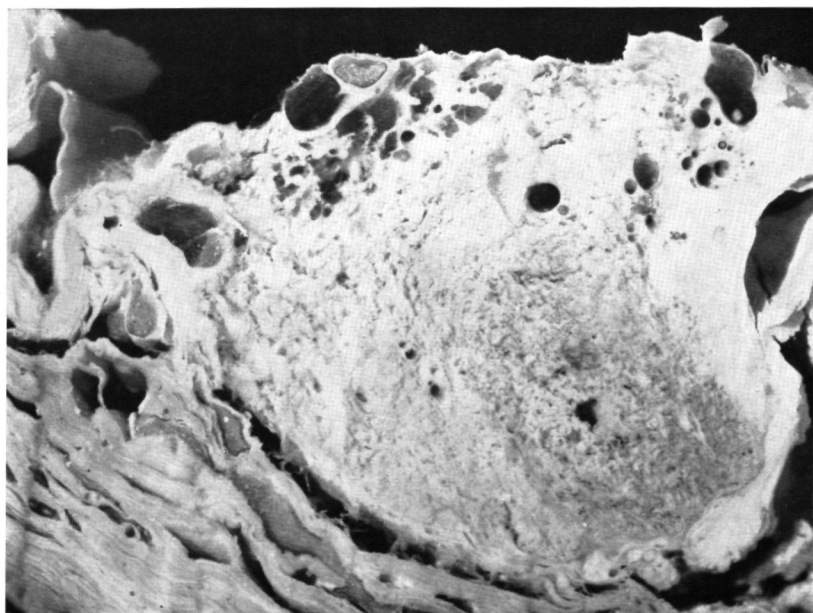
Afb. 37. Overgang van de intervillieuze ruimte in een utero-placentaire vene, paracentraal onder de placenta. Preparaat uit de 8e maand van de graviditeit. Kleuring: H.E. (Vergr. 31 x.)

intervillieuze ruimte uitgaan. Afbeelding 37 is een microfoto van een coupe, genomen uit het paramediane gebied van de placenta. We zien hierop de intervillieuze ruimte (rechts) overgaan in een grote vene (links). In de vene is het plastic zichtbaar, dat afkomstig is uit de intervillieuze ruimte.

De afvoer-openingen vonden we willekeurig over het basale vlak van het cotyledon verspreid.

De venen vormen zoals afbeelding 36 laat zien, een uitgebreide plexus, die grover van structuur wordt naarmate deze meer aan de oppervlakte van de uterus komt.

Bekijken we het randgedeelte van de placenta dan zien we dat, aan de kant van de cervix uteri, dit gebied veel minder dicht van structuur is dan elders in de placenta. De intervillieuze ruimte van het randgedeelte van de placenta is hier namelijk arm aan vlokken en wordt vrijwel geheel ingenomen door het plastic, dat via de arteriën in de intervillieuze ruimte is gespoten. Deze zogenaamde



Afb. 38. De marginale zône. Uterus met de placenta in situ uit de 8e maand van de graviditeit.

randzône, in de literatuur bekend als sinus marginalis, staat in verbinding met grote utero-placentaire venen, die voor de bloedafvoer van deze randzône zorg dragen. Deze grote venen maken weer deel uit van de zo even besproken veneuze plexus. Afbeelding 38 toont deze randzône; deze wordt boven begrensd door de chorionplaat, lateraal en onder door de uteruswand en mediaal door het overige gedeelte van de intervillieuze ruimte. De randzône maakt dus deel uit van de intervillieuze ruimte, doch is daarin zeer arm aan vlokken.

De randzône vonden wij in dit preparaat alleen in het onderste gedeelte van de uterus, dus aan de kant van de cervix uteri, duidelijk ontwikkeld.

Beschouwingen

Schenken wij onze aandacht allereerst aan de vrij grote arteriële vaten in de uterus dan valt het ons op, dat wij in een preparaat van een uterus uit de 4e maand van de graviditeit, van een uterus uit de 8e maand der zwangerschap (hoewel in beperkte mate) en van een uterus à terme konden waarnemen dat de arteriae arcuatae in het implantatiegebied van de placenta een grotere diameter hadden dan de overeenkomstige vaten in het overige deel van de uterus. Op de insertieplaats van de placenta tonen deze vaten dus een hypertrophie, waardoor ze aan de grotere behoefte aan bloed daar ter plaatse kunnen voldoen. Wij zijn er dus in geslaagd door onze corrosiepreparaten hetzelfde aan te tonen wat ook B e k e r en v a n S t e e n i s (1927) hebben waargenomen op röntgenfoto's van soortgelijke preparaten, die te voren met contrastvloeistof waren opgespoten.

Bij de uterus van de 7e dag van het kraambed is dit verschil in vaatkaliber niet te zien, zodat wij veronderstellen dat deze plaatselijke hypertrophie na de partus vrij snel afneemt.

In het corrosiepreparaat van de uterus uit de 8e maand der zwangerschap trof het ons dat het aantal arteriën bijzonder gering was en dat deze vaten bovendien vrij klein van diameter waren. Uiteraard kunnen wij hieruit geen conclusies trekken. We beschikken slechts over dit ene preparaat, afkomstig van een patiënte met toxicose en vergelijkingsmateriaal van een of meer patiënten, die niet aan toxicose waren overleden, ontbreekt. Ook in de literatuur vonden we geen vergelijkingsmateriaal.

Toch zijn wij geneigd in dit geval te spreken van een hypoplastisch arterieel vaatstelsel in een uterus, afkomstig van een patiënte, die ten gevolge van toxicose is overleden. Indien men zou kunnen beschikken over meer van deze preparaten en vergelijkingsmateriaal, dan zou de vergelijkende methode van onderzoek ongetwijfeld kunnen bijdragen tot de oplossing van het toxicose-vraagstuk.

Dat de arteriële vaten in de uterus uit de 8e maand der graviditeit een minder spiraalvormig verloop hebben dan de vaten in de uterus van de 7e dag van het kraambed vindt zijn oorzaak hoogst-

waarschijnlijk in de omstandigheid dat door de uitgerekte wand van de 7e maands-uterus de spiraal meer is uitgetrokken.

Niet alleen vinden we, zoals reeds is besproken, plaatselijke hypertrophie bij de grote arteriële vaten van de uterus, dit verschijnsel doet zich ook voor bij de kleine vaten die van de arteriae arcuatae uitgaan in de richting van het lumen van de baarmoeder. Ter plaatse van de placenta zijn deze vaten, utero-placentaire arteriën genaamd omdat ze in de intervillieuze ruimte uitmonden, sterk hypertrophisch in vergelijking tot de overeenkomstige arteriën, die niet in de intervillieuze ruimte uitmonden. De utero-placentaire arteriën monden in de intervillieuze ruimte uit onder de gehele basale plaat van de placenta en wel op willekeurige plaatsen ten opzichte van de cotyledonen.

Wij konden zowel in de corrosiepreparaten als in de micro-coupees van de uteri uit de 4e en 8e maand van de graviditeit als in het corrosiepreparaat van de uterus à terme aantonen dat de veneuze afvoer van het bloed uit de intervillieuze ruimte geschiedt door middel van utero-placentaire venen, en dat deze venen op talrijke willekeurige plaatsen onder de gehele oppervlakte van de placenta met de intervillieuze ruimte in contact staan.

Wij zijn evenals Ramsey (1956) van mening, dat het gebruik van te dikke opspuitvloeistof de oorzaak is geweest dat Spanner (1936) geen andere afvoerwegen onder de placenta heeft gevonden dan de sinus marginalis met zijn afvoerende venen. De dikke vloeistof in de intervillieuze ruimte drukt de venen (die immers onder een schuine hoek van deze intervillieuze ruimte uitgaan; zie afbeelding 37), dicht, in plaats van de vene in te lopen. Wij gebruikten een dunne plastic-oplossing, die bovendien onder physiologische druk werd ingespoten en aldus gemakkelijk in de utero-placentaire venen doordrong.

In het randgedeelte van de placenta in de uterus uit de 8e maand der zwangerschap konden wij aantonen, dat dit gebied arm aan vlokken was en hoofdzakelijk door plastic werd ingenomen.

De plastic-oplossing, die via de utero-placentaire arteriën in de intervillieuze ruimte is gekomen, vindt blijkbaar in deze randzône een grote afvoermogelijkheid; hiervan getuigen ook de grote met plastic gevulde veneuze afvoerwegen, die met deze randzône in verbinding staan. Deze randzône, die ook anderen duidelijk hebben aangetoond (Spanner, 1936; Earn en Nicholson 1952;

Harris, 1952 en Ramsey, 1956) is in ons preparaat het uitgebreidst in dat gedeelte van de placentarand, dat grenst aan de cervix uteri. Blijkbaar zal ten gevolge van de zwaartekracht van het moederlijk bloed dit randgedeelte van de placenta het meest gevuld worden en het sterkst tot ontwikkeling komen (Scipiad es en Burg, 1930).

Door onze bevindingen, aangevuld met die uit de literatuur, zijn wij tot de volgende opvatting aangaande de moederlijke circulatie in de placenta gekomen. Het moederlijk bloed komt de intervillieuze ruimte binnen via utero-placentaire arteriën, die onder de gehele basale plaat van de placenta uitmonden. De druk waaronder dit bloed de intervillieuze ruimte binnenkomt, bedraagt 70-80 mm kwik (Alvarez en Caldeyro-Barcia, 1956). Het arteriële bloed zal daardoor in de intervillieuze ruimte, waar behalve tijdens een contractie van de uterus een druk heerst van ongeveer 10 mm kwik (Alvarez en Caldeyro-Barcia, 1956), gestuwd worden in de richting van de chorionplaat. Een groot gedeelte van het moederlijk bloed zal echter het subchoriale gedeelte van de intervillieuze ruimte niet bereiken, doch terugkeren naar de basale plaat, van waar het via de utero-placentaire venen weer wordt afgevoerd. Op deze wijze ontstaat er telkens in de intervillieuze ruimte van ieder cotyledon een bepaald stromingsgebied. Deze stromingsgebieden zijn van elkander gescheiden door de septa, die van de basale plaat uitgaan en zich uitstrekken tot aan het subchoriale gedeelte der intervillieuze ruimte.

Doordat de septa de chorionplaat niet bereiken, ontstaat er in het subchoriale gedeelte van de placenta een verbinding tussen de intervillieuze stromingsgebieden van de afzonderlijke cotyledonen.

Een gedeelte van het moederlijk bloed, dat zich in het intervillieuze stromingsgebied van een cotyledon bevindt zal de subchoriale ruimte wel bereiken en zich voegen bij het bloed uit de andere cotyledonaire intervillieuze stromingsgebieden. Dit bloed zal in laterale richting naar de randzone gaan en daaruit via utero-placentaire venen worden afgevoerd.

In de placenta onderscheiden we dus enerzijds de afzonderlijke intervillieuze stromingsgebieden der cotyledonen, waar het moederlijk bloed met een bepaalde snelheid tussen de vlokken van het centrale en basale gedeelte van het cotyledon circuleert; anderzijds de circulatie in het subchoriale gedeelte van de intervillieuze ruimte

waar het moederlijk bloed, trager stromend dan in de eerstgenoemde stromingsgebieden, naar de rand van de placenta loopt.

Hoewel Browne en Veall (1953), Kayser (1954) en Borell, Fernström en Westman (1958) menen te hebben aangetoond dat er in de placenta uitsluitend de afzonderlijke intervillieuze stromingsgebieden van de cotyledonen voorkomen, lijkt het ons toch waarschijnlijk dat er ook een subchoriale intervillieuze circulatie bestaat. De rijkelijk met plastic gevulde randzône met zijn grote afvoerende utero-placentaire venen wijst in deze richting.

Het moederlijk bloed in het subchoriale stromingsgebied zal voornamelijk lopen naar het laagst gelegen gedeelte van de randzône, dat dus aan de kant van de cervix uteri ligt.

In tegenstelling tot Ramsey, die de sinus marginalis, of beter gezegd de randzône, slechts beschouwt als een veiligheidsreservoir, menen wij aan de randzône een betekenis te moeten toekennen als constant functionerend afvoergebied van moederlijk bloed uit het subchoriale deel van de intervillieuze ruimte naar de utero-placentaire venen.

Conclusies

De arteriële vaten in dat deel van de uterus waar de placenta is geïnserieerd, hebben een grotere diameter (hypertrophie) dan de overeenkomstige arteriële vaten elders in de uterus.

De utero-placentaire arteriën monden uit onder het gehele oppervlak van de placenta op willekeurige plaatsen ten opzichte van de cotyledonen in de intervillieuze ruimte.

De veneuze afvoer van matернаal bloed uit de intervillieuze ruimte vindt plaats:

- a. Via de randzône, die het moederlijk bloed uit de intervillieuze ruimte van het subchoriale gedeelte van de placenta afvoert naar de utero-placentaire venen.
- b. Via de utero-placentaire venen, die onder de gehele basale plaat van de placenta op willekeurige plaatsen ten opzichte van de cotyledonen af gaan. Deze venen voeren het bloed af uit de intervillieuze ruimte van de centrale en basale gedeelten der cotyledonen.

In de intervillieuze ruimte van de placenta kan men onderscheiden: enerzijds de afzonderlijke moederlijke stroomgebieden der cotyledonen, anderzijds het moederlijke stroomgebied in het sub-

choriale deel van de placenta, waarvan de randzône het constant functionerend afvoergebied is.

Beschouwingen en Conclusies over de maternale en foetale circulatie in hun onderlinge verhouding en samenhang

In deze beschouwing gaan wij uit van onze eigen bevindingen en opvattingen, die wij in het voorgaande hebben beschreven, gecombineerd met gegevens uit de literatuur.

De bouw van de menselijke placenta wordt bepaald door twee afzonderlijke in elkander grijpende circulatiesystemen: het maternale en het foetale circulatiestelsel. Het maternale en het foetale bloed blijven in de placenta volkomen van elkander gescheiden door een dun membraan, dat op de meest uitgedunde plaatsen bestaat uit het endotheel van het foetale vlokcapillair, een uiterst delicaat netwerk van reticulumvezels en een dunne laag syncytio-trophoblast (Wislocki en Bennett, 1942). De dikte van dit membraan bedraagt in de dunste gedeelten, die zich waarschijnlijk ter plaatse van de sinusvormige verwijdingen der vlokcapillairen bevinden (zie blz. 84), slechts 2μ (Hamilton, Boyd en Mossman, 1952). Volgens Wislocki (1955) $3-6\mu$.

Zowel de foetale als de maternale circulatie kan men verdelen in een aantal afzonderlijke stroomgebieden. In de foetale circulatie zijn deze afzonderlijke stroomgebieden beperkt tot de cotyledonen, die nergens met elkander anastomoseran (zie bladzijde 71).

Doordat deze cotyledonen van elkander zijn gescheiden door septa, die van de basale plaat uitgaan, zijn ook de delen van de intervillieuze ruimte die tot de cotyledonen behoren te beschouwen als afzonderlijke stroomgebieden van het moederlijke bloed. Browne en Veall (1953) en Kayser (1954) toonden door middel van in het moederlijk bloed gespoten radioactieve stoffen, respectievelijk door Na_{24} en P_{32} , het bestaan van deze afzonderlijke intervillieuze stroomgebieden aan. In tegenstelling tot laatstgenoemde onderzoekers alsmede Borell, Fernström en Westman (1958) zijn wij van mening dat er daarenboven nog een intervillieuze circulatie in het subchoriale gedeelte van de placenta bestaat van moederlijk bloed, afkomstig uit de intervillieuze stroomgebieden der cotyledonen (zie blz. 119). Aan de randzône kennen wij dan betekenis toe als constant functionerend af-

voergebied van het moederlijke bloed uit deze subchoriale ruimte. Het blijkt nu dat de afzonderlijke intervillieuze stroomgebieden zich bevinden in de centrale en basale gedeelten der cotyledonen, terwijl de subchoriale gedeelten der cotyledonen in het subchoriale intervillieuze stroomgebied voorkomen. Al de afzonderlijke intervillieuze stroomgebieden der cotyledonen en het intervillieuze subchoriale stroomgebied staan natuurlijk in meer of mindere mate met elkander in verbinding, daar de intervillieuze ruimte uiteindelijk een ruimte is.

Beperken we ons thans eerst tot de afzonderlijke intervillieuze stroomgebieden der cotyledonen. Het moederlijk bloed stroomt onder een druk van 70-80 mm kwik (Alvarez en Caldeyro-Barcia, 1956) aan de basis der cotyledonen de intervillieuze ruimte binnen.

Daar de druk in de intervillieuze ruimte ongeveer 10 mm kwik bedraagt (Alvarez en Caldeyro-Barcia, 1956) overtreft de arteriële druk deze dus met 60-70 mm kwik.

Het moederlijke bloed zal hierdoor een eindweegs in de richting van de chorionplaat worden gezonden en daarna weer naar de basale plaat terugkeren en door de utero-placentaire venen worden afgevoerd; hierdoor komt de circulatie in de intervillieuze ruimte van een cotyledon tot stand (Ramsey, 1954). De snelheid van circulatie in deze afzonderlijke delen van de intervillieuze ruimte is vrij groot (Kayser, 1954). De rhythmische contracties van de uterus spier, die Alvarez en Caldeyro (1950) gedurende de gehele graviditeit waarnamen, vervullen waarschijnlijk ook een functie bij het onderhouden van de circulatie in de intervillieuze ruimte in positieve zin (Ramsey, 1956).

Ook door het foetale vaatstelsel der cotyledonen zelf loopt vrij snel een grote hoeveelheid foetaal bloed. Burwell (1956) is zelfs van mening dat tegen het einde van de graviditeit de doorstroming van het foetale vaatstelsel van de placenta gelijk is aan die van de intervillieuze ruimte en wel 500 ml per minuut.

Uit ons onderzoek is gebleken dat het foetale vaatstelsel er geheel op is ingesteld een grote hoeveelheid foetaal bloed snel te laten circuleren. De capillairen der afzonderlijke vlokcapillair-structuren zijn kort en wijd, waardoor het foetale bloed zonder veel weerstand te ondervinden (wijde capillairen) de placenta vrij snel zal kunnen passeren (korte capillairen) (zie blz. 89).

Het geringe verschil in druk tussen de arteriae umbilicales en de vena umbilicalis kan hierdoor grotendeels worden verklaard (blz. 90). Daar nu blijkt ons onderzoek de dichtheid van de vlocapillairstructuren in de centrale en basale gedeelten der cotyledonen, dus daar waar de intensiefste doorstroming met moederlijk bloed plaats heeft het grootst is, veronderstellen wij dat vooral in dit gebied bij voorkeur de uitwisseling van zuurstof zal plaats hebben. Dat het zuurstofrijke moederlijke bloed in dit gebied snel circuleert, kan geen bezwaar zijn, daar de uitwisseling van zuurstof een proces is dat snel verloopt; bovendien is het foetale bloed in de vlocapillairen door een zo dun mogelijk membraan van het moederlijk bloed gescheiden.

In het subchoriale gedeelte van de placenta vindt de doorstroming van de intervillieuze ruimte met moederlijk bloed veel langzamer plaats. Vandaar dat in dit gebied vaak fibrineafzettingen (Zeek en Assali, 1952) worden gevonden. De dichtheid der vlokken is hier geringer dan elders in de placenta, doch het paravasculaire capillairnetwerk is in deze zône blijkens ons onderzoek uitgebreider (blz. 94).

Het paravasculaire capillairnetwerk, dat naar onze mening waarschijnlijk een functie vervult, voornamelijk bij het opnemen van voedingsstoffen, bevindt zich dus in een gebied waar het zuurstofarme moederlijke bloed langzaam stroomt, hetgeen de uitwisseling zal bevorderen. Het subchoriale gedeelte van de placenta is volgens onze opvatting dus bij uitstek geschikt voor het opnemen van voedingsstoffen.

De subchoriale intervillieuze circulatie is dan ook van minder vitaal belang voor de foetus dan de afzonderlijke intervillieuze circulaties der cotyledonen, zodat een randsinus-bloeding dan ook geen rechtstreeks gevaar voor de foetus behoeft op te leveren. Dit bloed heeft de intervillieuze ruimte der cotyledonen al geheel doorlopen en zijn zuurstof reeds aan het foetale bloed afgegeven.

Uit deze beschouwing menen wij de conclusie te mogen trekken, dat in het subchoriale gedeelte van de placenta in hoofdzaak het opnemen van voedingsstoffen plaatsvindt, in de centrale en basale gedeelten van de placenta echter het opnemen van zuurstof het grootst is.

Samenvatting

Na een uitgebreid literatuuroverzicht van het foetale en het maternale deel van het vaatstelsel in de placenta hebben wij de resultaten weergegeven van ons onderzoek verricht bij een 65-tal corrosiepreparaten van placenta's, alsmede bij de corrosiepreparaten van twee uteri met de placenta in situ, waarvan een uit de 4e en een uit de 8e maand van de graviditeit, van een uterus à terme, die onmiddellijk na een sectio caesarea was geëxstirpeerd en van een uterus van de 7e dag van het kraambed, na een graviditeit van 29 weken.

Om onze bevindingen zo overzichtelijk mogelijk weer te geven, hebben wij in onze beschrijving van het foetale en maternale vaatstelsel in de placenta van de volgende indeling gebruik gemaakt:

A. Het foetale vaatstelsel, inhoudende:

1. De chorionvaten.
2. De vaten der cotyledonen.
3. De capillairen der vlokken.
4. Het paravasculaire capillairnetwerk.

B. Het maternale vaatstelsel, inhoudende:

De intervillieuze ruimte met de toe- en afvoerende vaten.

Wat de chorionvaten betreft hebben wij een onderzoek verricht naar de anastomose der beide arteriae umbilicales op of in de nabijheid van de insertieplaats van de navelstreng in de placenta. De vrijwel constant voorkomende anastomose krijgt betekenis in geval een der beide arteriae umbilicales zou worden dichtgedrukt.

De indeling van Shordania (1929) volgend, konden wij het merendeel van onze placenta's in 3 groepen verdelen. Deze indeling is gebaseerd op de bepaalde relatie die er bestaat tussen de plaats van insertie van de navelstreng in de placenta enerzijds en het verloop en de vertakkingswijze der chorionvaten anderzijds.

Behalve de genoemde anastomose tussen de beide arteriae umbilicales konden wij geen arteriële of veneuze anastomosen, noch arterio-veneuze anastomosen tussen de chorionvaten aantonen.

De villositaire vaten van de eerste orde, die in de cotyledonen overgaan ontspringen op een bepaalde wijze zowel uit de primaire, als uit de secundaire en tertiaire choriontakken.

Hoewel ieder cotyledon slechts door één villositaire arterie van de eerste orde van bloed wordt voorzien, vonden wij in 2 van de 65 preparaten een randcotyledon met een dubbele arteriële voorziening.

De door ons beschreven „chorio-cotyledonaire” vaatjes gaan uit van de chorionvaten en nemen deel aan de samenstelling van het subchoriale gedeelte van een cotyledon, dat uit een ander chorionvat ontspringt dan dat, waarvan de chorio-cotyledonaire vaatjes uitgaan.

In onze preparaten vonden we geregeld vaatjes die in het vlak van de chorionplaat hun verloop vinden en naar onze mening een functie vervullen bij de voeding daarvan.

Bij het bestuderen van de cotyledonen konden wij het verloop van de villositaire vaten van de 1e, 2e en 3e orde het beste nagaan in de gecorrodeerde placenta's die tevoren onvolledig waren opgespoten met plastoid. Men ziet daarin duidelijk dat het slechts de uiteinden der villositaire takken van de 3e orde zijn, die retrograad verlopen in de richting van de chorionplaat. De opvatting van Spanner (1936), die aannam dat de takken van de vaatstam zelf retrograad verlopen (kroonluchter), blijkt dus onjuist te zijn.

De werkelijke vorm en structuur van het cotyledon worden echter alleen na corrosie van een volledig met een speciale plastic-oplossing opgespoten cotyledon verkregen. In een dergelijk gecorrodeerd preparaat hebben we zowel waargenomen dat de chorio-deciduale vaten, die mede de fixatie van het cotyledon in de basale plaat van de uterus bewerkstelligen, over de gehele basale vlakke van het cotyledon voorkomen, als dat er een duidelijk verschil in bouw bestaat van het centrale en basale en het perifere deel van het cotyledon.

Laten we het paravasculaire capillairstelsel buiten beschouwing dan vonden wij in het cotyledon noch arteriële of veneuze, noch arterio-veneuze anastomosen. Ook tussen de aan elkander grenzende cotyledonen bestaat geen enkele communicatie door middel van anastomoserende vaten of vaatjes.

Teneinde de kleinste capillairen volledig te kunnen vullen en via de corrosiemethode à vue te brengen, spoten we een 30-tal

placenta's op met de reeds eerder vermelde speciale plastic-oplossing (Kunststoffeninstituut T.N.O.). Deze stof liet zich gemakkelijk onder physiologische druk tot in de kleinste capillairen spuiten, waardoor het ons mogelijk werd na corrosie de volledige structuur van capillairen in de afzonderlijke vlokken te beschrijven en fotografisch vast te leggen.

In de placenta konden wij 3 soorten structuren van vlokcapillairen onderscheiden:

- a. De enkelvoudige structuur van vlokcapillairen.
- b. De samengestelde structuur van vlokcapillairen.
- c. De structuur van vlokcapillairen van het paravasculaire capillairstelsel.

Zowel aan de enkelvoudige als aan de samengestelde structuur van vlokcapillairen wordt steeds niet slechts deelgenomen door een veneus en arterieel capillair, doch ook door een of twee capillairen van het paravasculaire capillairstelsel.

In de enkelvoudige vlok vormen deze capillairen tezamen een soort grofmazig uitgetrokken netwerk van wijde, opvallend korte anastomoserende capillairen, die bovendien nog sinusvormige verwijdingen bevatten. De samengestelde structuur van vlokcapillairen moet men zich voorstellen als een enkelvoudige vlokcapillairenstructuur, waarvan de afzonderlijke uitspruitsels tot enkelvoudige vlokcapillairstructuren zijn uitgroeid.

Tussen de afzonderlijke structuren van vlokcapillairen bestaan geen eigenlijke anastomosen; wel zijn deze structuren onderling vaak verbonden door capillairen van het paravasculaire capillairstelsel. Wij ontkennen hiermede dus het bestaan van een „Gefäßraumgitter“, zoals Stieve (1935) dat meent te hebben aangetoond.

De grootste dichtheid der capillairen vonden wij in het centrale en basale deel van het cotyledon. Het subchoriale deel, 4-8 mm dik, heeft een lossere structuur.

Het grondpatroon van de vlokcapillairstructuren in het subchoriale, en in het centrale en basale deel van het cotyledon is constant. Geringe verschillen bestaan volgens ons voornamelijk in de lengte, in het al dan niet ineen gerold zijn der structuren, alsmede in de diameter der samenstellende capillairen.

Doordat de capillairen in de vlokken kort en wijd zijn wordt het mogelijk, dat in korte tijd een grote hoeveelheid foetaal bloed

de placenta kan passeren zonder daarbij veel weerstand te onder- vinden.

Het geringe drukverval tussen de arteria en de vena umbilicalis kan grotendeels verklaard worden door deze geringe weerstand.

Het paravasculaire capillairstelsel, dat blijkens ons onderzoek in het subchoriale gedeelte van het cotyledon zijn grootste uitbreiding heeft, bestaat uit een sterk anastomoserend netwerk van capillairen, die een geringere doorsnede hebben dan de capillairen in de vlokken. Dit capillaire netwerk ziet men voornamelijk om die vaten, waarvan uiteindelijk de terminale vaatjes uitgaan.

In onze preparaten zagen wij dat het paravasculaire capillair- netwerk zowel met de arteriële als met de veneuze vaten waar dit netwerk omheen loopt, uitgebreide verbindingen onderhoudt. Bovendien bleek iedere vlok in verbinding te staan met het para- vasculaire capillairnetwerk door middel van één of twee capillairen van dit netwerk.

Het paravasculaire capillairstelsel vormt op vele plaatsen in het subchoriale deel van het cotyledon typische capillaire vlokstruc- turen, die hoofdzakelijk gelegen zijn langs de vaten waaromheen het paravasculaire capillairsysteem het uitgebreidst is. Deze vlok- structuren, die wij in de literatuur niet eerder beschreven vonden, verschillen in vele opzichten van de eigenlijke vlokcapillairstruc- turen.

Wij zijn van mening dat het paravasculaire capillairsysteem voor- namelijk een functie heeft bij het opnemen van voedingsstoffen.

Vervolgens hebben wij een onderzoek ingesteld naar het moeder- lijke vaatstelsel van de placenta, de aan- en afvoerende vaten van de intervillieuze ruimte daarbij inbegrepen.

Het is ons gebleken dat de arteriële vaten in het deel van de uterus waar de placenta is geïnsereerd, een grotere diameter (hyper- trophie) hebben dan de overeenkomstige arteriële vaten elders in de uterus.

De utero-placentaire arteriën zagen wij onder het gehele opper- vlak van de placenta, op willekeurige plaatsen ten opzichte van de cotyledonen in de intervillieuze ruimte uitmonden.

De veneuze afvoer van moederlijk bloed uit de intervillieuze ruimte geschiedt naar onze mening:

- a. Via de randzône, die het moederlijk bloed uit de intervil-

leuze ruimte van het subchoriale gedeelte van de placenta afvoert naar de utero-placentaire venen.

- b. Via de utero-placentaire venen, die onder de gehele basale plaat van de placenta op willekeurige plaatsen ten opzichte van de cotyledonen uitgaan. Deze venen voeren het bloed af uit de intervillieuze ruimte van de centrale en basale gedeelten der cotyledonen.

In de intervillieuze ruimte van de placenta kan men enerzijds de afzonderlijke moederlijke stroomgebieden der cotyledonen onderscheiden, anderzijds het moederlijke stroomgebied in het subchoriale deel van de placenta; voor dit laatste zien wij de rand-zône als constant functionerend afvoer gebied.

Daar de intervillieuze ruimte één geheel vormt, staan de verschillende moederlijke stroomgebieden min of meer met elkander in verbinding.

Tenslotte hebben wij in een afzonderlijke beschouwing de onderlinge verhouding en samenhang van de foetale en maternale circulatie besproken. In deze uiteenzetting hebben wij eigen anatomische bevindingen en opvattingen, in het voorgaande beschreven, gecombineerd met gegevens uit de literatuur.

In deze beschouwing meenden wij tot de conclusie te mogen komen dat er in de placenta twee verschillend functionerende gebieden voorkomen, die geleidelijk in elkander overgaan: het subchoriale gedeelte van de placenta, waarin in hoofdzaak het opnemen van voedingsstoffen plaats heeft (langzame intervillieuze circulatie van moederlijk bloed; uitgebreid paravasculair capillair-netwerk), en het centrale en basale gedeelte van de placenta, waarin het opnemen van zuurstof het grootst is (snelle intervillieuze circulatie van zuurstofrijk moederlijk bloed; grote dichtheid van vlokcapillairstructuren).

Summary

An extensive review is presented of the literature concerning the foetal and the maternal parts of the vascular system of the placenta, followed by a report of the results of our investigations in 65 corrosion models of placentas, 2 corrosion models of uteri with placenta in situ, one from the fourth and one from the eighth month of pregnancy, one model of a uterus at term resected immediately after caesarean section, and one of a uterus on the 7th day of the puerperium.

To make our report as surveyable as possible, we have used the following classification in our descriptions of the foetal and maternal vascular systems in the placenta:

A. The foetal vascular system, comprising:

1. the chorionic vessels,
2. the vessels of the cotyledons,
3. the capillaries of the villi,
4. the paravascular capillary network.

B. The maternal vascular system, comprising:

the intervillous space with the afferent and efferent vessels.

As regards the chorionic vessels, we have made an investigation of the anastomoses of both umbilical arteries at or near the site of the insertion of the umbilical cord in the placenta. This anastomosis, which is nearly always present, becomes important in case one of the umbilical arteries is pressed shut.

Adhering to the classification proposed by Shordania (1929) we could subdivide the majority of our placentas into three groups. This subdivision is based upon a certain relationship existing between the site of insertion of the umbilical cord in the placenta on the one hand, and the course and mode of ramification of the chorionic vessels on the other.

With the exception of the anastomosis, between the two umbilical arteries mentioned above, no arterial, venous or arterio-venous anastomoses between the chorionic vessels could be demonstrated.

The villous vessels of the first order, which pass into the cotyledons, arise, in a particular manner, from primary, but also from the secondary and tertiary chorionic branches.

Although every cotyledon is supplied with blood by only one villous artery of the first order, we have found, in 2 of the 65 preparations, a marginal cotyledon with a double arterial supply.

The 'chorio-cotyledonary' vasa we have described originate from the chorionic vessels and are involved in the formation of the sub-chorionic part of a cotyledon, which originates from a chorionic vessel different from that from which the 'chorio-cotyledonary' vascula arise.

In our preparations, we have regularly found vasa which run their course in the surface of the chorionic plate and which, in our opinion, play a part in the nutrition of the latter.

In the examinations of the cotyledons, the course of the villous vessels of the first, second and third order could be observed most clearly in corroded placentas which had previously been incompletely injected with plastoid. These show distinctly that it is only the extremities of the villous branches of the third order which follow a retrograde course in the direction of the chorionic plate. This proves the incorrectness of the conception of *Spanner* (1936) who assumed that the branches of the vascular trunk, themselves, follow a retrograde course (chandelier).

The exact shape and structure of a cotyledon, however, can only be observed after corrosion of a cotyledon which has been injected fully with a special plastic solution. In corrosion preparations of this nature, we have observed that the chorio-decidual vessels, which play a part in the fixation of the cotyledon in the basal plate of the uterus, are present all over the basal surface of the cotyledon, and we have further observed that there is a considerable difference in structure between the central and basal part, and the peripheral part of the cotyledon.

Disregarding, for the moment, the paravascular capillary system, we may state that we have found in the cotyledon no arterial, venous or arteriovenous anastomoses. Neither is there any communication through anastomosing vessels or vascula between adjoining cotyledons.

In order to be able to fill the smallest capillaries completely so that they can be visualized by the corrosion method, we have in-

jected 30 placentas with the special plastic solution we mentioned above (Plastics Institute T.N.O.). Under physiological pressure, this substance can easily be introduced even into the smallest capillaries, enabling us, after corrosion, to describe and photograph the complete structure of the capillaries in the individual villi.

In the placenta, we could distinguish three different structures of villous capillaries:

- a. the simple structure of villous capillaries,
- b. the complex structure of villous capillaries,
- c. the structure of villous capillaries of the paravascular capillary system.

Both the simple and the complex structure of villous capillaries consist not only of a venous and arterial capillary system, but also of one or two capillaries of the paravascular capillary system.

In the simple villous these capillaries together constitute a sort of large-meshed network of wide, surprisingly short anastomosing capillaries which moreover show sinus-shaped dilations. The complex structure of the villous capillaries can be described as a simple villous capillary structure, of which the separate buds have in their turn grown out into new simple villous capillary structures.

Between the separate structures of the villous capillaries there exist no genuine anastomoses, but these structures are connected with each other by capillaries of the paravascular capillary system. In other words, we deny the existence of a 'Gefäßraumgitter', such as Stieve (1935) presumed to have demonstrated.

We have found the maximal density of the capillaries in the central and basal part of the cotyledon. The subchorionic part, 4-8 mm in thickness, has a looser structure.

The basic pattern of the villous capillary structures in the subchorionic and in the central and basal parts of the cotyledon is constant. In our experience, the small differences mainly concern the length and the diameter of the capillaries composing it, and their being or not being rolled together.

The shortness and width of the capillaries in the villi makes it possible for large quantities of foetal blood to pass through the placenta without meeting with great resistance. The slight decrease of pressure from the umbilical artery to the umbilical vein can largely be explained by this lack of resistance.

The paravascular system, which according to our observations

is most extensive in the subchorionic part of the cotyledon, consists of a markedly anastomosed network of capillaries, which have a smaller diameter than the capillaries in the villi. This capillary network is represented maximally around those vessels from which ultimately the terminal vasa originate.

In our preparations we have observed that the paravascular capillary network has ample connections with both the arterial and the venous vessels surrounded by this network. Moreover it was seen that every villus was connected with the paravascular capillary network via one or two capillaries of this network.

The paravascular capillary system forms in many places in the subchorionic part of the cotyledon, typical capillary villous structures, which are largely situated along the vessels around which the paravascular capillary system is most extensive. This villous structures, of which we have found no previous description in the literature, differ in many respects from the true villous capillary structures.

We are of the opinion that the principal function of the paravascular capillary system is the absorption of foodstuffs.

Subsequently we have made a study of the maternal vascular system of the placenta, including the afferent and efferent vessels of the intervillous space.

We have observed that the arterial vessels in that part of the uterus where the placenta is inserted have a larger diameter (hypertrophy) than the corresponding arterial vessels in other parts of the uterus.

It was observed that the utero-placental arteries terminate in the intervillous space, everywhere below the surface of the placenta, irrespective of the positions of the cotyledons.

The venous outflow of maternal blood from the intervillous space goes, in our opinion, via:

- a. the marginal zone, which ensures the outflow of maternal blood from the intervillous space of the subchorionic part of the placenta into the utero-placental veins;
- b. the utero-placental veins, which pass under the whole of the basal plate of the placenta, irrespective of the positions of the cotyledons. These veins ensure the outflow of blood from the intervillous space of the central and basal parts of the cotyledons.

In the intervillous space of the placenta it is possible to distinguish, on the one hand, the separate maternal vascular regions of the cotyledons, and on the other, the maternal vascular region in the subchorionic part of the placenta; we think that for the latter, the marginal zone functions as a constant outflow region.

Since the intervillous space is undivided, the different maternal vascular regions are, to a certain extent, connected with each other.

Finally we have discussed, in a separate consideration, the relations and connections between the foetal and the maternal circulation. In this discussion we have made use of personal anatomical observations and conceptions and of data culled from the literature.

On this consideration we have based the conclusion that in the placenta there exist 2 sectors with different functions, which gradually pass into one another: the subchorionic part of the placenta, in which the absorption of nutrition is the main process taking place (slow intervillous circulation of maternal blood, extensive paravascular capillary network), and the central and basal part of the placenta, in which the uptake of oxygen is the major function (rapid intervillous circulation of maternal blood with a high oxygen content; great density of the villous capillary structures).

Synopsis

Après un exposé détaillé emprunté à la littérature sur la partie foetale et maternelle du système vasculaire dans le placenta, nous avons donné les résultats des recherches que nous avons faites sur quelque 65 préparations corrodées du placenta, ainsi que sur les préparations corrodées de deux utérus avec le placenta en place, dont l'un du 4ème et l'autre du 8ème mois de la grossesse, d'un utérus à terme extirpé immédiatement après l'opération césarienne et d'un utérus du 7ème jour après l'accouchement.

Afin d'exposer avec un maximum de clarté le résultat de nos recherches, nous avons eu recours à la subdivision suivante dans notre description du système vasculaire foetal et maternel dans le placenta:

A. Le système vasculaire foetal, contenant:

1. les vaisseaux choriaux,
2. les vaisseaux des cotylédons,
3. les capillaires des villosités choriales,
4. le réseau capillaire paravasculaire.

B. Le système vasculaire maternel, contenant:

l'espace intervilleux avec les vaisseaux adducteurs et abducteurs.

En ce qui concerne les vaisseaux choriaux, nous avons étudié l'anastomose des deux artères ombilicales sur ou près du point d'insertion du cordon ombilical dans le placenta. L'anastomose pratiquement constante prend de l'importance en cas de compression d'une des deux artères ombilicales.

Nous référant à la subdivision de Shordania (1929) nous avons pu répartir la plupart de nos placentas en trois groupes. Cette subdivision est basée sur la relation déterminée qui existe entre le point d'insertion du cordon ombilical dans le placenta, d'une part, et le cours et les ramifications des vaisseaux choriaux, de l'autre.

Sauf cette anastomose entre les deux artères ombilicales, nous ne sommes pas parvenus à démontrer l'existence d'aucune anastomose artérielle ou veineuse, ni anastomose artério-veineuse entre les vaisseaux choriaux.

Les vaisseaux villositaires de premier ordre qui se déversent dans les cotylédons, jaillissent d'une certaine façon tant des ramifications choriales primaires que secondaires et tertiaires.

Bien que chaque cotylédon ne soit nourri de sang que par une seule artère villositaire de premier ordre, nous avons trouvé dans 2 des 65 préparations un cotylédon périphérique nourri par deux artères.

Les vaisseaux „chorio-cotylédonaire” que nous avons décrits, partent des vaisseaux choriaux et participent à la composition de la partie souschoriale d'un cotylédon jaillissant d'un autre vaisseau chorial que celui dont partent les vaisseaux chorio-cotylédonaire.

Nous avons régulièrement trouvé dans nos préparations des petits vaisseaux situés dans la membrane du chorion et contribuent, à notre avis, à nourrir celle-ci.

En étudiant les cotylédons, nous sommes le mieux parvenus à étudier le cours des vaisseaux villositaires de premier, deuxième et troisième ordre dans les placentas corrodés qui avaient été insuffisamment injectés au préalable de Plastoïd. On y voit nettement que seules les extrémités des ramifications villositaires de troisième ordre rétrogradent dans le sens de la membrane choriale. Le conception de Spanner (1936) selon qui les ramifications mêmes du tronc vasculaire rétrogradent (lustre) s'avère donc inexacte.

La forme et la structure exactes du cotylédon ne s'obtiennent qu'après corrosion d'un cotylédon entièrement injecté d'une solution plastique spéciale. Ces préparations corrodées nous ont permis de constater, non seulement que les vaisseaux chorio-deciduaux contribuent à réaliser la fixation du cotylédon dans la membrane basale de l'utérus, existent sur toute la surface basale du cotylédon, mais encore qu'une différence très nette se manifeste dans la structure de la partie centrale, basale et périphérique du cotylédon.

Exception faite du système capillaire paravasculaire, nous n'avons trouvé dans le cotylédon ni anastomoses artérielles ou veineuses, ni anastomoses artério-veineuses.

Même les cotylédons contigus sont sevrés de toute communication par l'absence de vaisseaux anastomosants, petits ou grands.

Afin de remplir complètement les plus petits capillaires et les rendre visibles par la corrosion, nous avons injecté une trentaine de placentas de la susdite solution plastique spéciale (Institut de Matières Artificielles T.N.O.). Cette substance se laissait facilement injecter, sous pression physiologique, jusque dans les plus petits capillaires, ce qui nous a permis, après corrosion, de décrire et de photographier la structure complète des capillaires dans les différentes villosités chorales.

Nous avons distingué dans le placenta trois espèces de structures des capillaires des villosités chorales:

- a. La structure simple de capillaires des villosités chorales.
- b. La structure composée de capillaires des villosités chorales.
- c. La structure de capillaires des villosités chorales du système capillaire paravasculaire.

Aussi bien à la structure simple qu'à la structure composée des capillaires des villosités chorales, ne participent pas seulement un capillaire veineux et artériel, mais aussi un ou deux capillaires du système capillaire paravasculaire.

Dans les villosités chorales simples, l'ensemble de ces capillaires forment une espèce de réseau étiré en grosses mailles de larges capillaires anastomosants remarquablement courts qui présentent en outre des élargissements en forme de sinus. On doit se représenter la structure composée des capillaires des villosités chorales comme une structure simple de capillaires des villosités chorales dont les pousses séparées seraient devenues à leur tour des structures simples de capillaires des villosités chorales.

Il n'existe pas d'anastomoses proprement dites entre les diverses structures des capillaires des villosités chorales; néanmoins, ces structures communiquent entre elles par des capillaires du système capillaire paravasculaire. C'est pourquoi, nous nions l'existence d'un „Gefäßraumgitter" que Stieve (1935) croit avoir démontrée.

Nous avons trouvé la plus grande densité des capillaires dans la partie centrale et basale du cotylédon. La partie souschorale, épaisse de 4-8 mm, a une structure plus lâche.

Le patron fondamental des structures des capillaires des villosités chorales dans la partie souschorale et dans la partie centrale et basale du cotylédon, est constant. De légères différences se manifestent principalement, selon nous, dans la longueur, dans le

fait que les structures sont ou non enroulées, ainsi que dans le diamètre des capillaires composants.

Les capillaires étant courts et larges dans les villosités chorales, une grande quantité de sang foetal peut passer par le placenta sans rencontrer beaucoup de résistance.

Le minime abaissement de la tension entre l'artère et la veine ombilicale s'explique en majeure partie par la faiblesse de cette résistance.

Le système capillaire paravasculaire qui, selon nos recherches, s'avère trouver sa plus forte expansion dans la partie souschoriale du cotylédon, se compose d'un réseau fortement anastomosant de capillaires d'un diamètre plus petit que les capillaires dans les villosités chorales. L'on voit surtout ce réseau capillaire autour des vaisseaux dont partent finalement les petits vaisseaux terminaux.

Nos préparations nous ont permis de constater que le réseau capillaire paravasculaire entretient d'amples communications, tant avec les vaisseaux artériels qu'avec les vaisseaux veineux qu'entoure ce réseau. En outre, chaque villosité chorale s'avérait communiquer avec le réseau capillaire paravasculaire par l'intermédiaire d'un ou deux capillaires de ce réseau.

Le système capillaire paravasculaire forme fréquemment, dans la partie souschoriale du cotylédon, des structures capillaires des villosités chorales typiques qui se situent principalement le long des vaisseaux autour desquels le système capillaire paravasculaire est le plus étendu. Ces structures des villosités chorales dont nous n'avons pas encore trouvé de description dans la littérature, diffèrent à bien des égards des véritables structures capillaires des villosités chorales.

Nous estimons que le système capillaire paravasculaire trouve sa principale fonction dans l'assimilation de substances nutritives.

Nous avons étudié ensuite le système vasculaire maternel du placenta, y compris les vaisseaux adducteurs et abducteurs de l'espace intervilloux.

Il nous est apparu que les vaisseaux artériels dans la partie de l'utérus où se trouve inséré le placenta, ont un plus grand diamètre (hypertrophie) que les vaisseaux artériels correspondants ailleurs dans l'utérus.

Nous avons vu que, sous toute la surface du placenta, les artères

utéro-placentaires se déversaient arbitrairement, par rapport aux cotylédons, dans l'espace intervilloux.

L'abduction veineuse du sang maternel de l'espace intervilloux a lieu selon nous:

- a. par l'intermédiaire de la zone périphérique qui expulse le sang maternel de l'espace intervilloux de la partie sous-choriale du placenta dans les veines utéro-placentaires;
- b. par l'intermédiaire des veines utéro-placentaires qui partent arbitrairement, par rapport aux cotylédons, de toute la membrane basale du placenta. Ces veines expulsent le sang de l'espace intervilloux des parties centrales et basales des cotylédons.

Dans l'espace intervilloux du placenta, on distingue d'une part des débits circulatoires maternels distincts des cotylédons et, d'autre part, le débit circulatoire maternel dans la partie souschoriale du placenta; en ce qui concerne ce dernier, nous voyons la zone périphérique fonctionnant constamment comme région abductrice.

Comme l'espace intervilloux forme un tout, les différents débits circulatoires maternels sont plus ou moins anastomosants.

Enfin, nous avons traité séparément les rapports mutuels de la circulation foetale et maternelle. Dans cet exposé, nous avons combiné nos propres conceptions anatomiques et les résultats de nos recherches, avec des données empruntées à la littérature.

Nous croyons pouvoir déduire de cet exposé qu'il existe dans le placenta deux débits circulatoires fonctionnant différemment, qui se confondent graduellement: la partie souschoriale du placenta où a lieu principalement l'assimilation des substances nutritives (lente circulation intervillieuse du sang maternel; ample réseau capillaire paravasculaire). Et la partie centrale et basale du placenta où l'assimilation de l'oxygène est la plus grande (rapide circulation intervillieuse du sang maternel riche en oxygène; grande densité des structures capillaires des villosités choriales).

Zusammenfassung

Nach einer ausgedehnten Literaturübersicht über den foetalen und den mütterlichen Teil des Gefäss-Systems in der Placenta haben wir die Resultate von unserer Untersuchung wiedergegeben, welche wir an 65 Beizpräparaten der Nachgeburt ebenso wie an Beizpräparaten von zwei Uteri mit der Nachgeburt in situ ausgeführt haben. Hiervon war ein Präparat aus dem 4. und eins aus dem 8. Monat der Schwangerschaft, und eine Gebärmutter à terme, die unmittelbar nach einem Kaiserschnitt herausgenommen war, und ein Uterus vom 7. Tage des Wochenbettes.

Um unsere Feststellungen möglichst übersichtlich wiederzugeben, haben wir in unserer Beschreibung des foetalen und des mütterlichen Gefäss-Systems folgende Einteilung aufgestellt:

A. Das foetale Gefäss-System, enthaltend:

1. Die Chorion-Gefässe.
2. Die Gefässe der Cotyledonen.
3. Die Capillaren der Flocken.
4. Das paravasculäre Capillar-Netzsystem.

B. Das mütterliche Gefäss-System, enthaltend:

Den intervillösen Raum mit den zu- und abführenden Gefässen.

Betreffs der Chorion-Gefässe haben wir eine Untersuchung nach der Anastomose der beiden Nabelstrang-Arterien auf oder in der Nähe der Einpflanzung der Nabelschnur in die Nachgeburt angestellt. Die ziemlich regelmässig vorkommende Anastomose erhält Bedeutung, falls eine der beiden Nabelstrang-Arterien abgedrückt werden sollte.

Der Einteilung von Shordania (1929) folgend, konnten wir den grössten Teil unserer Placenten in 3 Gruppen einteilen. Diese Einteilung stützt sich auf die bestimmte Beziehung, die zwischen dem Einpflanzungsplatz des Nabelstranges in die Placenta einerseits und den Verlauf und die Verzweigungsart der Chorion-Gefässe andererseits besteht.

Ausser der genannten Anastomose zwischen den beiden Nabelstrang-Arterien konnten wir weder arterielle oder venöse Anastomosen noch arterio-venöse Anastomosen zwischen den Chorion-Gefässen nachweisen.

Die Zottengefässe erster Ordnung, die in die Cotyledonen übergehen, entspringen auf bestimmte Weise sowohl aus den primären als auch aus den sekundären und tertiären Chorionästen.

Obwohl jede Cotyledone nur durch eine Zottenarterie erster Ordnung mit Blut versehen wird, fanden wir in 2 von den 65 Präparaten eine Rand-Cotyledone mit einer doppelt arteriellen Versorgung.

Die von uns beschriebenen „Chorion-Cotyledonen“ Gefässchen kommen aus den Chorion-Gefässen und beteiligen sich an der Zusammenstellung des subchorialen Teiles einer Cotyledone, die aus einem anderen Chorion-Gefäss als das, woraus die chorio-cotyledonären Gefässchen ausgehen, entspringt.

In unseren Präparaten fanden wir geregelt Gefässchen, die in der Fläche der Chorionplatte ihren Verlauf finden und nach unserer Meinung eine Funktion bei deren Ernährung erfüllen.

Bei dem Studium der Cotyledonen konnten wir den Verlauf der villositären Gefässe von der 1., 2. und 3. Ordnung am besten in den ausgebeizten Placenten, die vorher unvollkommen mit Plastoid aufgespritzt waren, verfolgen. Man sieht darin deutlich, dass es nur die äussersten Enden der zottigen Verzweigungen der 3. Ordnung sind, die rückwärtig in der Richtung der Chorionplatte verlaufen. Die Auffassung von Spanner (1936), welcher annahm, dass die Verzweigungen des Gefäss-Stammes selbst rückwärtig verlaufen (Kronleuchter), scheint also unrichtig zu sein.

Die richtige Form und Struktur der Cotyledone werden aber allein nur nach Beizung einer vollständig mit einer speziellen Plastikauflösung aufgespritzten Cotyledone erhalten. In einem derartig geätzten Präparat haben wir sowohl wahrgenommen, dass die chorion-decidualen Gefässe, die ebenfalls die Befestigung der Cotyledone in der Basal-Platte des Uterus bewerkstelligen, über der ganzen Basal-Fläche der Cotyledone vorkommen, und dass da ein deutlicher Unterschied im Bau des zentralen, des basalen und des peripheren Teiles der Cotyledone besteht.

Lassen wir das paravasculäre Capillar-System ausser Acht, dann fanden wir in der Cotyledone weder arterielle oder venöse, noch

arterio-venöse Anastomosen. Auch zwischen den aneinander-grenzenden Cotyledonen besteht keine einzige Verbindung ver-mittels anastomosierender Gefässe oder Gefässchen.

Um schliesslich die kleinsten Capillaren vollständig auffüllen und im Wege der Beizmethode sichtbar machen zu können, spritzten wir ungefähr 30 Placenten mit der bereits früher erwähnten speziellen Plastik-Auflösung (Kunststoff-Institut T.N.O.) auf. Dieser Stoff liess sich leicht unter physiologischem Druck bis in die kleinsten Capillaren spritzen, wodurch es uns möglich wurde, nach Beizung die vollständige Struktur von Capillaren in den einzelnen Flocken, zu beschreiben und fotografisch festzulegen.

In der Placenta konnten wir 3 Strukturarten von Flocken-Capillaren unterscheiden:

- a. Die einfache Struktur von Flocken-Capillaren.
- b. Die zusammengestellte Struktur von Flocken-Capillaren.
- c. Die Struktur von Flocken-Capillaren des paravasculären Capillar-Systems.

Sowohl an der einfachen als auch an der zusammengestellten Struktur von Flocken-Capillaren sind nicht immer nur eine venöse und arterielle Capillare, sondern auch ein oder zwei Capillaren des paravasculären Capillar-Systems beteiligt.

In den einfachen Flocken bilden diese Capillaren zusammen eine Art grobmaschig ausgezogenes Netzwerk von weiten, auffallend kurzen anastomosierenden Capillaren, die ausserdem noch sinus-förmige Erweiterungen befasen. Die zusammengestellte Struktur von Flocken-Capillaren muss man sich als eine einfache Flock-Capillaren-Struktur vorstellen, wovon die absonderlichen Keime wieder zu einfachen Flock-Capillar-Strukturen ausgewachsen sind.

Zwischen den absonderlichen Strukturen von Flocken-Capillaren bestehen keine eigentlichen Anastomosen; wohl sind diese Strukturen untereinander durch Capillaren des paravasculären Capillar-Systems verbunden. Wir stellen hiermit also das Bestehen eines „Gefässraumgitters“, wie es Stieve (1935) gezeigt zu haben meint, in Abrede.

Die grösste Dichtheit der Capillaren fanden wir in dem zentralen und basalen Teil der Cotyledone. Der subchoriale Teil, 4-8 mm dick, hat eine losere Struktur.

Das Grundmuster der Flocken-Capillar-Strukturen in dem sub-chorialen, in dem zentralen und in dem basalen Teil der Cotyledone

ist konstant. Geringe Unterschiede bestehen unserer Meinung nach, hauptsächlich in der Länge, in dem wohl- oder nicht Ineinandergerolltsein der Strukturen, als auch im Durchmesser der zusammenstellenden Capillaren.

Dadurch, dass die Capillaren in den Flocken kurz und weit sind, wird es möglich sein, dass in kurzer Zeit eine grosse Menge foetalen Blutes die Placenta passieren kann, ohne dabei viel Widerstand zu finden.

Der geringe Druckablauf zwischen der Nabelstrang-Arterie- und Vene kann grösstenteils durch diesen geringen Widerstand erklärt werden.

Das paravasculäre Capillar-System, dass gemäss unserer Untersuchung in dem subchorialen Teil der Cotyledone seine grösste Ausbreitung hat, besteht aus einem stark anastomosierenden Netzwerk von Capillaren, die einen geringeren Durchschnitt als die Capillaren in den Flocken haben. Dieses Capillar-Netzwerk sieht man hauptsächlich um die Gefässe herum, wovon letzten Endes die Endgefässchen herausgehen.

In unseren Präparaten sahen wir, dass das paravasculäre Capillar-Netz sowohl mit den arteriellen als auch mit den venösen Gefässen, wo das Netzwerk rundherumläuft, ausgebreitete Verbindungen unterhält. Ausserdem schien jede Flocke mit dem paravasculären Capillar-Netzwerk vermittelt einer der zwei Capillaren dieses Netzwerkes in Verbindung zu stehen.

Das paravasculäre Capillar-System bildet auf vielen Stellen in dem subchorialen Teil der Cotyledone typische capillare Flockenstrukturen, die hauptsächlich längs den Gefässen, um die das paravasculäre Capillar-System am ausgebreitetsten ist, liegen. Diese Flockenstrukturen, die wir in der Literatur nicht früher beschrieben fanden, sind in vielen Beziehungen von den eigentlichen Flocken-Capillar-Strukturen unterschiedlich.

Wir sind der Meinung, dass das paravasculäre Capillar-System hauptsächlich eine Funktion beim Aufnehmen von Nahrungsstoffen hat.

Weiterhin haben wir eine Untersuchung nach dem mütterlichen Gefäss-System der Placenta angestellt, die an- und abführenden Gefässe des intervillösen Raumes dabei einbegriffen.

Es schien uns, dass die arteriellen Gefässe in dem Teil des Uterus, wo die Placenta eingepflanzt ist, einen grösseren Durch-

messer (Hypertrophie) als die übereinstimmenden arteriellen Gefässe woanders im Uterus haben.

Die Utero-Placentaren Arterien sehen wir unter der gesamten Oberfläche der Placenta auf willkürlichen Stellen hinsichtlich der Cotyledonen in den intervillösen Raum münden.

Die venöse Ableitung des mütterlichen Blutes aus dem intervillösen Raum geschieht nach unserer Meinung:

- a. Via der Randzone, die das mütterliche Blut aus dem intervillösen Raum des subchorialen Teiles der Placenta abführt in die utero-placentaren Venen.
- b. Via den utero-placentaren Venen, die unter der gesamten Basalplatte der Placenta auf willkürlichen Stellen hinsichtlich der Cotyledonen ausgehen. Diese Venen führen das Blut aus dem intervillösen Raum der zentralen und basalen Teile der Cotyledonen ab.

In dem intervillösen Raum der Placenta kann man einerseits die absonderlichen mütterlichen Stromgebiete der Cotyledonen andererseits das mütterliche Stromgebiet in dem subchorialen Teil der Placenta unterscheiden; für diese Letzte sehen wir die Randzone als konstant funktionierendes Abfuhrgebiet an.

Da der intervillöse Raum ein Ganzes bildet, stehen die verschiedenen mütterlichen Stromgebiete mehr oder weniger miteinander in Verbindung.

Zum Schlusse haben wir eine besondere Betrachtung des Verhältnisses untereinander und des Zusammenhanges der foetalen und der mütterlichen Zirkulation besprochen. In dieser Auseinandersetzung haben wir eigene anatomische Resultate und Auffassungen, wie vorstehend beschrieben, mit Unterlagen aus der Literatur zusammengefasst.

Aus dieser Betrachtung glauben wir zu der Schlussfolgerung kommen zu dürfen, dass in der Placenta zwei verschiedenen funktionierende Gebiete vorkommen, die nach und nach ineinander übergehen: 1. Der subchoriale Teil der Placenta, worin hauptsächlich das Aufnehmen von Nahrungsstoffen vor sich geht (langsame intervillöse Zirkulation des mütterlichen Blutes; ausgebreitetes paravascular Capillar-Netzwerk); und 2. der zentrale und basale Teil der Placenta, worin die Aufnahme von Sauerstoff am grössten ist (schnelle intervillöse Zirkulation von sauerstoffreichem mütterlichen Blut, grosse Verdichtung von Flocken-Capillar-Strukturen).

Geraadpleegde literatuur

- Adler, U. P.* Thesis Berne 1949.
- Albano, G.* Rass. Ostet. Gynec. 1931 H 1.
- Albano, G.* Zbl. Gynäk. 22 1314 1935.
- Alvarez, H.* en *Caldeyro-Barcia, R.* Surg. Gynec. Obstet. 91 1 1950.
- *Geciteerd uit Ramsey, E. M.* Amer. J. Anat. 98 159 1956.
- *Geciteerd door Reynolds, S. R. M.* in „Gestation”. Transactions of the second Conference, blz. 223. *Villee, C. A.* Ed. The Josiah Macy, Jr. Foundation, New York, 1956.
- Bacsich, P.* en *Smout, C. V. F.* J. Anat. (Lond.) 72 358 1938.
- Barcroft, J.* en *Barron, D. H.* Anat. Rec. 94 569 1946.
- Bartholomew, R. A.* Amer. J. Obstet. Gynec. 53 4 1947.
- Becker, J. C.* en *van Steenis, C.* Ned. T. Verlosk. 32 154 1927.
- Becker, J. C.* Ned. T. Verlosk. 55 1 1955.
- Benirschke, K.* en *Brown, W. H.* Obstet. and Gynec. 6 399 1955.
- ten Berge, B. S. N. T.* Geneesk. 99 2371 1955.
- Borell, U., Fernström, I., Westman, A. Z.* Geburtsh. Frauenh. k. 18 1 1958.
- Boussin, M.* Thèse de Paris. No 439 1920.
- Boussin, M.* en *Brindeau, A.* Gynéc. et Obstét. 3 7 1921.
- Boyd, J. D.* „Gestation”. Transactions of the second Conference, blz. 132-194. *Villee, C. A.* Ed. The Josiah Macy Jr. Foundation, New York, 1956.
- Boyle en Pecquet.* *Geciteerd uit Narat e.c.* Anat. Rec. 64 155 1936.
- Boe, F.* Acta Obstet. Gynec. Scand. 32 suppl. 5 1953.
- Brochet (1820).* *Geciteerd uit Adler, U. P.* Thesis Berne 1949.
- Browne, J. C. M.* en *Veall, N. J.* Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 60 141 1953.
- Bumm, E.* Arch. Gynäk. 37 1 1890.
- Arch. Gynäk. 43 181 1893.
- Burwell, C. S.* „Gestation”. Transactions of the second Conference, blz. 195-218. *Villee, C. A.* Ed. The Josiah Macy, Jr. Foundation, New York 1956.
- Crawford, J. M.* en *Fraser, A. J.* Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 62 896 1955.
- Crawford, J. M.* J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 63 87 1956.
- J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 63 542 1956.
- J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. 63 548 1956.
- Danesino, V.* Arch. di Ostet. Gynec. 55 252 1950.
- Dankmeyer, J.* en *Landsmeer, J. M. F. N. T.* Geneesk. 94 204 1950.
- Earn, A. A.* en *Nicholson, D.* Am. J. Obst. Gyn. 63 1 1952.
- Faulkner, R. L.* Amer. J. Obstet. Gynec. 49 1 1945.

- Fournier, R* Gynéc. et Obstét 25 349 1932
- Franken, H* Zbl Gynak 76 729 1954.
- Fraser, J* Amer. J. Obstet Gynec. 6 645 1923.
- Frederick Ruysch* (1653-1731) Geciteerd uit *Narat* e.c. Anat Rec 64 155 1936.
- Covard Bidloo* (1685). Geciteerd uit *Narat* e.c. Anat. Rec. 64 155 1936.
- Hamilton, W J* en *Boyd, J D* Proc. roy. Soc. Med 44 489 1951.
- Hamilton, W J, Boyd, J D* en *Mossman, H W* Human Embryology Heffer, Cambridge, 1952.
- Harris, B A* Amer. J. Obstet. Gynec 64 53 1952.
- Amer. J. Obstet. Gynec. 71 350 1956.
- Hartmann, H* en *Runge, H* Arch Gynak. 137 750 1929
- Heinz* Arch Gynak. 33 413 1888.
- Hinselmann, H* Halban, J und Seitz, L. Biol Pathol Weibes. VI Deel I blz. 512 1925
- Hinselmann, H* Seitz, L. und Amreich, A Biol Pathol. Weibes. Zweiter Ergänzungsband blz. 71 en blz 171 1958
- Hochstetter, F* Anat Anz 1 51 1886.
- Hoekstra, H L* De diagnostiek bij bloedingen in de 2e helft van de graviditeit Dissertatie, Groningen 1957
- Holl, M* S.-B. dtsh Akad. Wiss Wien 83 219 1881.
- Hormann, C* Arch. Gynak. 181 29 1951.
- Arch Gynak 184 109 1953.
- Hunter, J* (1787) Geciteerd uit *Waldeyer, W.* Arch. Mikr. Anat. 35 1 1890.
- Hunter, W* (1777). Geciteerd uit *Waldeyer, W* Arch. Mikr. Anat 35 1 1890
- Hyrtl* (1860). Geciteerd uit *Narat* e.c Anat. Rec 64 155 1936.
- Janřkovich* Verh. Anat Ges. 1939
- Kayser, H W* Arch. Gynak 184 385 1954
- Kearns, P J* Amer J Obstet. Gynec 27 870 1934.
- Kiffner, F* Arch. Gynak. 136 111 1929.
- Kladetzky-Haubrich, A. L.* Acta Anat (Basel) 14 168 1952
- Klein, G.* Hofmeier, Die Menschl Plac Wiesbaden Bergmann 1890.
- Kleine, H O* Arch. Gynak. 135 495 1929
- Kovacs, F* Arch Gynak 179 615 1951.
- Mag. Noorv Lap. 15 225 1952.
- Krassusřkaja, A* Ergebn. Anat. Entwickl.-Gesch. 13 521 1903.
- de Langen, C D* en *Nelemans, F A* Geneesk. Bl. 46 75 1954.
- Langhans, Th* Arch. Gynak. 1 1 1870.
- Laux, C.* Bonhomme, C en *Martin, G C* R. Ass. Anat. 67 284 1953.
- Lemtus, H* Anat. Anz. 102 106 1955
- Lieberřuhn* (1748) Geciteerd uit *Narat* e.c Anat. Rec 64 155 1936.
- Mayer, M.* Panigel, M en *Leclerc-Polyak, H* Gynéc. et Obstét. 55 257 1956.

- Narat et coll. Anat. Rec.* 64 155 1936.
- Nold. Z. Geburtsh. Frauenh. k.* 17 973 1957.
- Noortwijk, W.* (1743). Geciteerd uit *Waldeyer, W. Arch. Mikr. Anat.* 35 1 1890.
- Ortmann, R. Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 108 427 1938.
- *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 111 173 1941.
- Osiander* (1787). Geciteerd uit *Adler, U. P. Thesis Berne* 1949.
- Palliez, R., Delecour, M., Forêt, A. en Depreux, R. Gynec. et Obstét.* 55 312 1956.
- Peter, K. Z. mikr.-anat. Forsch.* 53 142 1943.
- Ramsey, E. M. Contrib. Embryol. Carneg. Instn. Pub.* 583, 33 113 1949.
- *Contrib. Embryol. Carneg. Instn. Pub.* 603, 35 151 1954.
- *Amer. J. Obstet. Gynec.* 67 1 1954.
- *Anat. Rec.* 118 275 1954.
- *Angiology* 6 321 1955.
- *Amer. J. Anat.* 98 159 1956.
- „Gestation“. Transactions of the second Conference, blz. 229-251. Villee, C. A. Ed. The Josiah Macy, Jr. Foundation, New York, 1956.
- Reynolds, S. R. M. Amer. J. Obstet. Gynec.* 68 69 1954.
- Romney, S. L. en Reid, D. E. Amer. J. Obstet. Gynec.* 61 83 1951.
- Ruge, C. Z. Geburtsh. Gynäk.* 82 713 1920.
- Runge, H. en Hartmann, H. Arch. Gynäk.* 139 51 1930.
- Schiefferdecker* (1882). Geciteerd uit *Narat et c. Anat. Rec.* 64 155 1936.
- Schlegel, J. U., Acta Anat. (Basel)* 1 284 1945.
- Schroder van der Kolck* (1851). Geciteerd uit *Waldeyer, W. Arch. Mikr. Anat.* 35 1 1890.
- Schultze, O. Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere. Erste Hälfte 1897 Leipzig, Verlag von Wilh. Engelmann.*
- Schummer, A. Anat. Anz.* 81 177 1935.
- Scipiadès, E. en Burg, E. Arch. Gynäk.* 141 577 1930.
- Shordania, J. Arch. Gynäk.* 135 568 1929.
- *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 89 696 1929.
- Smellie* (1779). Geciteerd uit *Adler, U. P. Thesis Berne* 1949.
- Spanner, R. Zbl. Gynäk.* 25 1442 1935.
- *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 105 163 1936.
- *Amer. J. Obstet. Gynec.* 71 350 1956.
- Spivack. Anat. Rec.* 66 127 1936.
- Stieve, H. Zbl. Gynäk.* 59 434 1935.
- *Z. mikr.-anat. Forsch.* 48 287 1940.
- *Zbl. Gynäk.* 65 370 1941.
- *Z. Geburtsh. Gynäk.* 122 289 1941.
- *Z. mikr.-anat. Forsch.* 50 1 1941.
- Stieve, H. Seitz, L. und Amreich, A. Biol. Pathol. Weibes Deel VII* 109 1952.
- Swammerdam* (1670). Geciteerd uit *Narat et c. Anat. Rec.* 64 155 1936.
- Szendí, B. Arch. Gynäk.* 167 108 1938.

- Thoyer-Rozat, J.* en *Martin*. Gynéc. et Obstét. 55 255 1956.
- Tobin, C. E.* Anat. Rec. 98 137 1947.
- van Tussenbroek, C. Z.* Geburtsh. und Gynäk. 45 448 1901.
- Vater, A.* (1725). Geciteerd uit *Waldeyer, W.* Arch. Mikr. Anat. 35 1 1890.
- Wagner, C. A.* Arch. Gynäk. 137 699 1929.
- Waldeyer, W. S.-B.* Königl. Preuss. Akad. Wiss. I 83 1887.
— Arch. Mikr. Anat. 35 1 1890.
- Wenner, R.* Schweiz. med. Wschr. 77 140 1947.
- Wilkin, P.* Gynéc. et Obstét. 53 239 1954.
— Le Placenta Humain Masson et cie Paris blz. 19 1958.
- Wislocki, C. B.* en *Bennett, H. S.* Anat. Rec. 82 454 1942.
- Wislocki, C. B.* „Gestation“. Transactions of the first Conference blz. 173.
Flexner, L. B. Ed. The Josiah Macy, Jr. Foundation, New York, 1955.
- Zeek, P. M.* en *Assali, N. S.* Amer. J. clin. Path. 20 1099 1950.
— Amer. J. Obstet. Gynec. 64 1191 1952.

STELLINGEN

I

Het maternale bloed in de intervillieuze ruimte van de placenta wordt afgevoerd door utero-placentaire venen, die niet alleen uitgaan van de randzône, doch ook van de intervillieuze ruimte onder het gehele basaal vlak van de placenta.

II

Het paravasculaire capillairstelsel in de placenta heeft voornamelijk een functie bij het opnemen van voedingsstoffen.

III

Indien op een electro-encephalogram over het frontale gebied piekvormige ontladingen worden waargenomen, dient men zich allereerst te oriënteren over de toestand van het gebit.

IV

In geval van haematurie bij een kind moet de diagnose calicopapillitis overwogen worden.

V

Het is noodzakelijk dat artsen tijdens hun opleiding voor een van de chirurgische specialismen enige tijd op een anaesthesie-afdeling werkzaam zijn.

VI

Teneinde mastitis te voorkomen zou het aanbeveling verdienen in de neusholte van de pasgeborenen een Staphylococcenstam te enten, die niet pathogeen is.

VII

De anticonvulsieve werking van acetazolamide (Diamox) is niet alleen toe te schrijven aan de dehydrerende en acidotische werking van dit middel.

VIII

Bij de behandeling van geopereerde patiëntjes met oesophagus-atresie, geeft voeding per os, toegediend reeds na 24 uur, de beste resultaten.

IX

Het geven van een aethernarcose aan een patiënt, bij wie men een vetembolie kan verwachten, houdt gevaar in.

X

Alvorens men overgaat tot radicale mamma-operatie wegens carcinoom, behoren de subclaviculaire lymphklieren, liefst met de spoedmethode, histologisch te zijn onderzocht.

